

# **Aktiivisuusrannekkeet unen seurannassa**

Eero Jaakonaho

Tampereen yliopisto  
Informaatiotieteiden yksikkö  
Vuorovaikutteinen teknologia  
Pro gradu -tutkielma  
Ohjaaja: Kari-Jouko Räihä  
Toukokuu 2015

Tampereen yliopisto  
Informaatiotieteiden yksikkö  
Vuorovaikutteinen teknologia  
Eero Jaakonaho: Aktiivisuusrannekkeet unen seurannassa  
Pro gradu -tutkielma, 50 sivua, 1 liitesivua  
Toukokuu 2015

---

Erilaisten ympäristöä, käyttäytymistä sekä kehollisia signaaleja mittaavien sensorien kehittymisen myötä on yleistymässä kuluttajille suunnattu terveyteen liittyvä ja hyviä elämäntapoja edistävä teknologia. Esimerkkinä tästä ovat erilaiset unen seurantaan ja mittaamiseen käytettävät laitteet ja sovellukset. Tässä tutkielmassa tarkastellaan, millaisia kuluttajille suunnattujen laitteiden ja niistä erityisesti aktiivisuusrannekkeiden unenseurantaominaisuudet ovat, miten unen aikana kerättyä dataa esitetään käyttäjille ja kuinka ne ovat verrattavissa unentutkijoiden käyttämiin menetelmiin ja ammattilaislaitteisiin.

Haastattelujen avulla tutkielmassa selvitetään, miksi ja miten aktiivisuusrannekkeiden käyttäjät laitteitaan käyttävät, millaisia ominaisuuksia he laitteeseen haluaisivat ja miten käyttäjät haluavat unidataa esitettävän. Tutkielmassa pohditaan myös, miten laitteiden antamia analyysejä voitaisiin parantaa ja millaisia teknologioita ja syötteitä voitaisiin käyttää tulevaisuudessa unen analysoinnissa ja havaitsemisessa.

Avainsanat ja -sanonnat: uni, sensorit, mobiililaitteet, aktiivisuusrannekkeet.

## Sisällys

1.	Johdanto.....	1
2.	Uni.....	3
2.1.	Univaiheet .....	4
2.2.	Nukahtaminen .....	5
3.	Unen tutkimus .....	7
3.1.	Polysomnografia.....	7
3.2.	Aktiografia .....	8
3.3.	Unipäiväkirja .....	9
3.4.	Kuluttajille suunnatut laitteet .....	9
3.4.1.	Älypuhelinsovellukset.....	9
3.4.2.	Päälle puettavat laitteet .....	12
3.4.3.	Nukkumisympäristöön sijoitettavat laitteet .....	14
4.	Aktiivisuusrannekkeet.....	17
4.1.	Laitteiden ominaisuudet.....	17
4.1.1.	Liikkeen mittaus.....	17
4.1.2.	Sykkeen mittaus .....	18
4.1.3.	Käyttäjän syötteet .....	19
4.2.	Aktiivisuusrannekkeiden unenseuranta .....	20
4.2.1.	Unen havaitseminen .....	20
4.2.2.	Unen kategorisointi.....	21
4.2.3.	Mittaluvut .....	21
4.2.4.	Univalmennus ja motivointi .....	22
4.2.5.	Älykäs herätyskello .....	24
4.3.	Unen graafinen esitys.....	25
4.3.1.	Aktiivisuuden kuvaaminen.....	25
4.3.2.	Univaiheiden kuvaaminen.....	28
4.3.3.	Unen kuvaaminen pidemmällä aikavälillä .....	30
4.4.	Unidatan sosiaalinen vertailu ja jakaminen.....	32
5.	Haastattelut .....	35
5.1.	Aktiivisuusrannekkeen käyttö unen seurannassa.....	35
5.2.	Unidatan graafinen esitys .....	39
6.	Pohdinta.....	43
7.	Yhteenveto.....	45
	Viiteluettelo .....	47
	Liitteet	

## 1. Johdanto

Nukumme noin kolmasosan elämästämme, mutta emme oikeastaan tiedä, mitä tuona aikana tapahtuu. Tiedämme kuitenkin unen olevan välttämätöntä ja liian vähäisen unen johtavan ongelmiin niin fyysisen kuin mentaalisenkin terveyden osalta. Aamulla herätessämme voimme arvioida unen laatua sen mukaan, kuinka väsyneitä olemme. Saatamme myös muistaa yön ajalta jaksoja, jolloin olemme olleet hereillä tai arvioida unen riittävyttä sen mukaan, koska menimme nukkumaan ja koska heräsimme. Unen määrä ei kuitenkaan aina ole tae unen laadusta ja pitkäänkin nukutun yön jälkeen voimme olla syystä tai toisesta väsyneitä.

Uneen liittyvistä häiriöistä kärsiville tai syystä tai toisesta omasta unestaan kiinnostuneille on pitkään ainoana vaihtoehtona ollut lääketieteellinen unentutkimus, jossa eri metodein voidaan selvittää esimerkiksi uniongelmia tai unen rakennetta. Tutkimuksessa käytetyistä metodeista ainoastaan unipäiväkirjaa on voinut pitää myös ilman varsinaista unentutkimusta, mutta manuaalinen unen kirjaus on monelle sekä liian työlästä että vaikeasti tulkittavaa. Tätä tarvetta täyttämään on erilaisten sensorien kehittymisen ja niiden hinnan halpenemisen myötä kehitelty monenlaisia laitteita sekä älypuhelinsovelluksia, jotka seuraavat unta pääosin käyttäjän liikkeiden perusteella.

Suurin osa aiemmasta unen seurantaan tarkoitettujen laitteiden tutkimuksesta on keskittynyt lähinnä uudenlaisten laitteiden kehitykseen ja teknisiin ominaisuuksiin, kuten unen tunnistamiseen ja kategorisointiin erilaisten sensorien ja algoritmien avulla. Käyttäjäpohjaista tutkimusta aiheeseen liittyen on kuitenkin tehty varsin vähän. Kientz ja muut [2011] kartoittivat haastattelun ja kyselyn perusteella asenteita hyvää unta edistävää teknologiaa kohtaan ja pyrkivät selvittämään, mitä käyttäjät tällaiselta laitteelta haluaisivat. Suurin osa tutkimukseen osallistuneista ei kuitenkaan ollut käyttänyt uneen liittyvää teknologiaa, joten varsinaisia laitteiden käytön syitä tai käyttötapoja ei ollut mahdollista tutkia.

Aktiivisuusrannekkeiden pääasiallinen tarkoitus on seurata käyttäjän liikkumista ja ilmaista tämä esimerkiksi askelten, kulutettujen kalorien tai kuljetun matkan määränä. Useissa aktiivisuusrannekeissa on kuitenkin myös ominaisuus unen seurantaan ja laitteiden yleistyessä myös unta seuraavien käyttäjien määrä voi kasvaa.

Tutkielmassani käyn läpi millaisia unenseurantaominaisuuksia kuluttajalaitteet ja erityisesti aktiivisuusrannekkeet sisältävät ja millaista tietoa unesta ne ja niiden sovellukset käyttäjille antavat. Haastattelussa pyrin selvittämään erityisesti miksi ja miten aktiivisuusrannekkeiden käyttäjät seuraavat untaan, millaisia unenseurantaominaisuuksia he laitteelta tahtoisivat ja mitä mahdollisia ongelmia käyttöön liittyy. Lisäksi tutkin, miten käyttäjät haluavat rannekkeiden keräämän unidatan esitettävän graafisesti ja informatiivisesti.

Tutkielman luku 2 käsittelee yleisellä tasolla unta ja unen rakennetta sekä nukahtamista. Unen rakenteesta tarkastellaan erityisesti unisykliä ja univaihteita sekä niiden merkitystä. Luvussa 3 käydään läpi unen tutkimusta siinä tavallisesti käytettyjen metodien avulla. Lisäksi luvussa tarkastellaan erilaisia unen seurantaan tarkoitettuja kuluttajalle suunnattuja laitetyyppejä. Luku 4 keskittyy aktiivisuusrannekkeiden ominaisuuksiin tarkastellen erityisesti niiden unenseurantaominaisuuksia ja laitteiden keräämän unidatan erilaisia visualisointeja sekä unidatan sosiaalista jakamista ja vertailua.

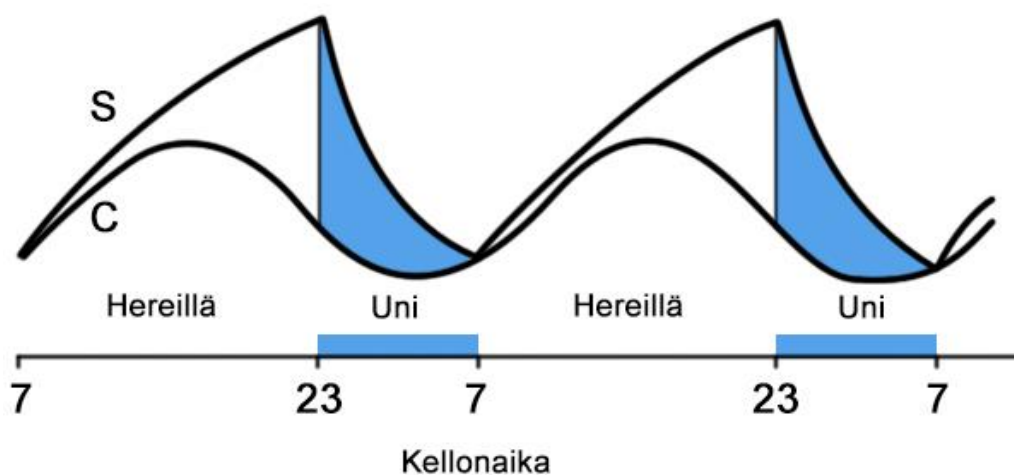
Luku 5 sisältää tutkielman empiirisen osuuden, jossa käsitellään aktiivisuusrannekkeiden unenseurantaan liittyvän haastattelujen pohjalta saatuja tuloksia. Luvussa 6 pohditaan aiempien lukujen ja haastatteluissa ilmenneiden kommenttien pohjalta, kuinka aktiivisuusrannekkeiden unenseurantaominaisuuksia voisi jatkossa kehittää ja miten unidataa tulisi esittää käyttäjille. Luku 7 sisältää yhteenvedon tutkielman sisällöstä.

## 2. Uni

Uni voidaan määritellä käyttäytymisenä, jossa esiintyy eläinlajille ominaisessa asennossa vähäistä lihasaktiivisuutta ja vähentynyttä reaktiokykyä ulkoisille ärsykkeille [Rosenthal, 2005]. Muihin vähäisen aktiivisuuden tiloihin kuten anestesiaan, koomaan ja horrokseen verrattuna uni on myös nopeasti muutettavissa motorisesti ja sensorisesti aktiiviseen hereilläoloon [Siegel ja Harper, 1996].

Unta on tutkittu vuosikymmenien ajan, mutta sen tarkka tarkoitus ja vaikutus ihmisen käyttäytymiseen on edelleen jokseenkin epäselvä. Unella on kuitenkin runsaasti tehtäviä kuten energian säästäminen, neuraalisten järjestelmien korjaus, aivojen kehitys, tunteiden säätely ja muistin toiminnan tukeminen [Siegel, 2005]. Vähäisellä unella on havaittu merkittäviä vaikutuksia mm. kuolleisuuden riskiin ja kyselyiden pohjalta tehtyjen tutkimusten mukaan alle viisi tuntia nukkuvilla riski on noin 15 % seitsemän tuntia nukkuvia suurempi [Colten ja Altevogt, 2006]. Unella on varsin keskeinen rooli elämässämme, mutta lopulta emme siis tiedä tarkalleen miksi nukumme.

Unen rakenteeseen vaikuttaa ja unta säätelevät sekä sirkaadinen vuorokausirytmistö että homeostaattinen prosessi. Vuorokausirytmistössä aivojen hypothalamuksessa sijaitseva sisäsyntyinen keskuskello toimii noin 24-tuntisena rytminä, joka on itsessään unesta ja valveillaolosta riippumaton. Homeostaattinen prosessi on puolestaan riippuvainen hereillä ollessa kumuloituvan ja unen aikana vähentyvän unentarpeen määrästä. Nämä kaksi prosessia muodostavat yhdessä niin sanotun kaksiprosessimallin, joka saa aikaan ihmisen uni-valve-rytmin (ks. kuva 1) [Borbély, 1982]. Sisäinen keskuskello ei ole tarkasti 24-tuntinen, vaan ilman aikaa ilmaisevia merkkejä, kuten päivänvaloa tai kelloa, uni-valve-rytmi muuttuu vähitellen. Normaaleilla aikuisikäisillä nukkujilla on havaittu sisäisen kellon olevan n. 24 tuntia ja 11 minuuttia  $\pm$  16 minuuttia [Czeisler et al., 1999].



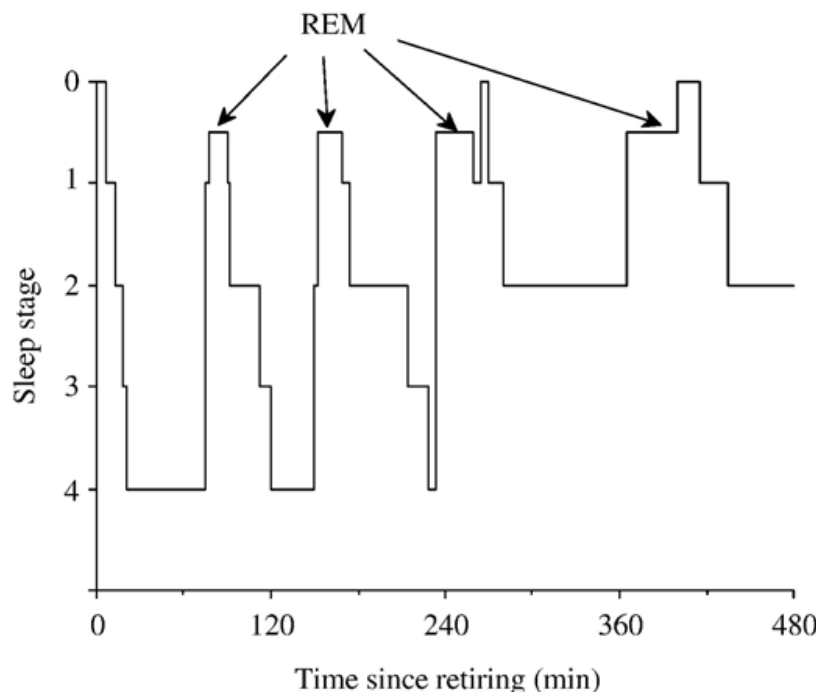
Kuva 1. Kaavio kaksiprosessimallista, jossa C-käyrällä on kuvattu unesta riippumaton n. 24 tunnin vuorokausirytmistö ja S-käyrällä valveillaolon mukaan kumuloituva homeostaattinen prosessi.

## 2.1. Univaiheet

Uni voidaan perinteisesti jakaa hereillä oloon ja viiteen univaiheeseen. Neljä ensimmäistä univaihetta ovat niin sanottuja non-REM tai ortouden vaihteita ja viides REM eli vilkeunen vaihe. Non-REM uni voidaan edelleen jaotella kevyeen uneen (vaiheet S1 ja S2) ja syvään uneen (vaiheet S3 ja S4). [Rechtschaffen ja Kales, 1968]

Kevyen unen ensimmäisessä vaiheessa (S1) henkilö on unen ja hereilläolon välissä. Tällöin lihasten sähköpotentiaali (EMG) laskee usein rentoa hereilläoloa alemmas ja silmät liikkuvat hitaasti useiden sekuntien jaksoissa. Toinen vaihe (S2) on kevyen unen vaihe, jossa nukkuja viettää eniten, eli noin puolet uniajastaan. Toisessa vaiheessa henkilön lihasten jännitys vähenee entisestään ja kehon lämpötila laskee. Kolmas ja neljäs univaihe (S3 ja S4) ovat ns. syvän unen tai hidasaaltouden vaihteita, joissa verenpaine laskee ja hengitys hidastuu. Syvän unen vaiheissa ei yleensä havaita silmän liikkeitä. [Iber et al., 2007]

REM- eli vilkeunen vaiheessa nukkujan silmät liikkuvat nopeasti ja lihakset ovat täysin liikkumatta [Åkerstedt et al., 2007]. Vilkeunen vaiheessa myös syke, verenpaine ja hengitys ovat epäsäännöllisiä [Moorcroft, 2013].



Kuva 2. Univaiheiden kuvaus [Åkerstedt et. al., 2007].

Univaiheet toistuvat tavallisesti 4-5 kertaa yössä n. 90 minuutin jaksoissa järjestyksessä non-REM vaiheista REM vaiheeseen ja takaisin (ks. kuva 2). Niiden määrä vaihtelee unen aikana siten, että syvää unta on tyypillisesti nukkumaan mennessä eniten kun taas REM -unen ja kevyen S2-unen määrä kasvaa heräämistä kohden [Åkerstedt et al., 2007]. Terveellä nuorella aikuisella non-REM-unta on noin 75-80 % ja REM unta 20-25 % yöstä. Non-REM univaihteita on keskimäärin siten, että

S1-vaiheen unta on 2-5 %, S2-vaiheen unta 45-55 %, S3 vaiheen unta 3-8 % ja S4-vaiheen unta 10-15 % yöstä. Hereilläoloa on tyypillisesti alle 5 % yössä [Carskadon ja Dement, 2011]. Häiriöt unen rakenteessa voivat vaikuttaa heikentävästi kognitiiviseen toimintaan kuten muistiin ja tietyistä uniongelmistä kuten uniapneasta kärsivillä nukkujilla on selkeästi normaalista populaatiosta eroava unisykli [Mednick ja Alaynick, 2010; Redline et al., 2004].

Nykyinen käsitys univaiheista on, että jokaisella univaiheella on oma tehtävänsä unen aikana. Kevyt S1-uni toimii siirtymänä valveillaolosta uneen sekä yön aikana univaiheesta toiseen. Siitä on helppo herätä ja sen aikana on mahdollista reagoida vielä varsin helposti ulkoa tuleviin ääniin ja muihin ärsykkeisiin. Suuri S1-vaiheen unen osuus voi olla merkinä pahasti häiriintyneestä ja pirstaloituneesta unesta [Carskadon ja Dement, 2011]. Myös S2-vaiheessa ulkoiset ärsykkeet saattavat vaikuttaa nukkujaan, mutta niitä suodatetaan S1-vaihetta enemmän tietoisuudesta. S2-vaiheen on havaittu olevan tärkeä proseduraalisen muistin toiminnassa, kuten yksinkertaista motoriikkaa vaativien tehtävien muistiin tallentamisessa [Moorcroft, 2013].

Syvän unen vaiheita on tutkittu varsin paljon ja tyypillisesti syvää unta pidetään kehoa ja aivoja palauttavana ja korjaavana unen vaiheena. Kehon osalta tämä näkyy esimerkiksi siten, että mm. luiden kasvun, immuunitoiminnan, aminohappojen vastaanottamisen ja proteiinisynteesin kannalta tärkeitä kasvuhormoneita erittyy juuri syvän unen aikana [Van Cauter et al., 2000]. Lapsilla ja erityisesti vastasyntyneillä syvää unta onkin suhteessa aikuisia enemmän [Bes et al., 1991]. Syvän unen osuus unimäärästä myös lisääntyy sen mukaan, kuinka kauan tätä edeltää hereilläoloa ja sitä myöden palautuksen tarvetta. Syvän unen vaiheessa aivojen toiminta hidastuu, jonka uskotaan mahdollistavan aivojen korjaantumisen. Syvän unen vaihe myös säästää energiaa, kun kehon lämpötila laskee [Moorcroft, 2013].

Siinä missä syvä uni on korjaava ja palauttava, REM-unen tarkoitus on valmistaa tulevaan ja sopeuttaa mennyttä. Sen aikana ilmaantuvat myös selkeimmin nähdyt unet. REM-unen aikana aivosolujen tärkeitä synapsisia yhteyksiä voimistetaan, ylläpidetään ja korjataan niitä stimuloimalla. REM-unen oletetaan valmistavan heräämiseen ja onkin havaittu, että vilkeunen aikana aistimusten aiheuttamat reaktiot muistuttavat enemmän hereillä- kuin non-REM-unessaoloa. Tunteiden säätelyn oletetaan olevan myös yksi REM-unen funktioista ja sen uskotaan tasapainottavan etenkin negatiivisia tunteita. Osoituksena tästä REM-unen määrän on havaittu kasvavan mm. stressin, intensiivisen oppimisen ja yleisesti emotionaalisten kokemusten jälkeen. [Moorcroft, 2013]

## **2.2. Nukahtaminen**

Unen tutkimuksen ja uniongelmiin määrittämisen osalta yksi unen tärkeimmistä vaiheista on nukahtaminen. Unettomuudesta kärsivien tiedetään valvovan usein liikkumattomina sängyssä pitkiäkin aikoja, jolloin ulkoinen hiljaisuus ja lepo eivät välttämättä tarkoita varsinaista unta [Hauri ja Wisbey, 1992]. Toisaalta liiallista unta aiheuttavissa uniongelmissä, kuten narkolepsiassa,



nukahtaminen tapahtuu liian nopeasti, jolloin tämä voi aiheuttaa ongelmia toiminnalle ja turvallisuudelle.

American Academy of Sleep Medicine määrittelee nukahtamisen yksinkertaisesti siten, että se on ensimmäinen 30 sekunnin ajanjakso, jona havainnoidaan aivoaaltojen perusteella ainakin 15 sekuntia unta [Iber et al., 2007]. Nukahtamisen kuitenkin tiedetään olevan jatkuva ja dynaaminen prosessi, jossa valvetila muuttuu unitilaan. Nukahtamista voidaan tutkia niin fysikaalisista muutoksista kuin ulkoisesta käyttäytymisestä.

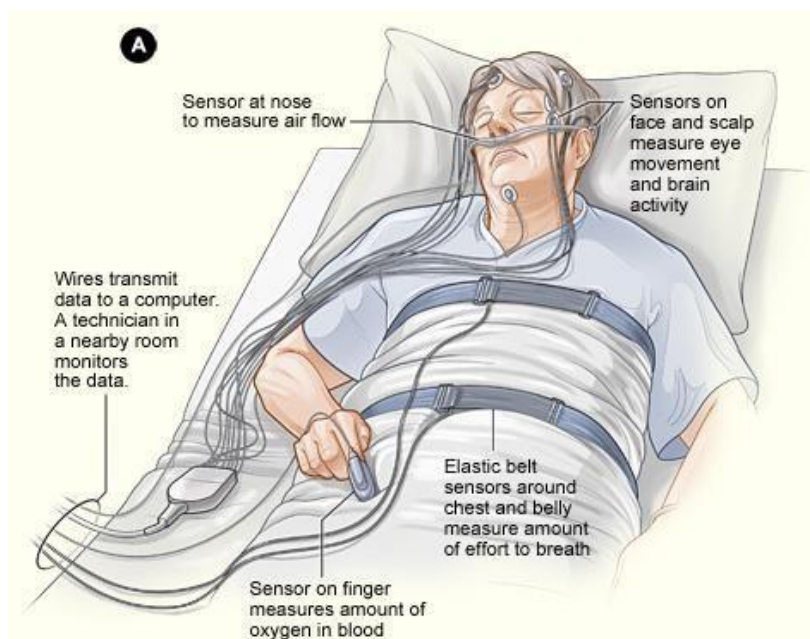
Tryon [2004] jaottelee nukahtamisen kolmeen eri vaiheeseen: hiljaiseen liikkumattomuuteen, lihasjännityksen vähenemiseen ja auditorisen ärsykkeen kuulorajan nousuun. Hiljaisuuden ja liikkumattomuuden nukahtamisvaihe voidaan havaita esimerkiksi aktigrafilla, joka laitteesta riippuen määrittelee käyttäjän nukkuvaksi jonkin aikaa liikkumattomuuden alkamisen jälkeen. Lihasjännityksen väheneminen voidaan puolestaan todeta tarkasti ns. unikatkaisimella, josta käyttäjä hellittää otteensa tässä nukahtamisen vaiheessa. Myös polysomnografilla nukahtaminen havaitaan lihasjännityksen vähenemisen vaiheessa. Nukkujan oma havainto nukahtamisesta sijoittuu puolestaan auditorisen ärsykkeen kuulorajan nousuun, joka tapahtuu pääosin kevyen unen toisessa S2-univaiheessa.

### 3. Unen tutkimus

#### 3.1. Polysomnografia

Polysomnografia tarkoittaa unen tutkimusmetodia, jossa nauhoitetaan tyypillisesti aivojen aktiivisuutta, silmien liikkeitä, lihasjännitystä, sydämen sykettä ja hengitystä (ks. kuva 3). Tavallisesti polysomnografia toteutetaan laboratoriossa, mutta myös kotikäyttöön on kehitetty laitteita, joiden käyttö ei vaadi unialan ammattilaisen valvontaa [Polese et al., 2010]. Polysomnografian avulla voidaan tutkia uneen liittyviä ongelmia kuten hengitysvaikeuksia, narkolepsiaa, parasomniaa, vuorokausirytmin ongelmia ja masennuksen yhteydessä esiintyvää unettomuutta [Kushida et al., 2005].

Polysomnografiassa aivojen aktiivisuutta tutkitaan EEG:llä eli aivosähkökäyrällä, jossa tutkimushenkilön päähän kiinnitetään nappimaisia sensoreita. Sensorit mittaavat niiden alaisten aivoalueiden aivoaaltoja ja aaltojen intensiivisyyttä. Aivosähkökäyrä on polysomnografian tärkein osa-alue univaiheiden tunnistamisessa [Iber et al., 2007]. Polysomnografiassa silmien liikkeitä kuvaa puolestaan elektro-okulografia (EOG), jossa silmien kulmiin kiinnitetyt sensorit mittaavat silmien lepopotentiaalia. EOG esitetään tyypillisesti molemmille silmille erillisillä käyrillä ja siitä tutkitaan mm. silmien liikkeiden muotoa ja esiintymistiheyttä eri univaiheissa [Moorcroft, 2013].



Kuva 3. Tyypillinen polysomnografian koeasetelma. (<http://www.nhlbi.nih.gov/health/health-topics/topics/slpst/during>)

Lihasjännitystä (EMG) mitataan tyypillisesti joko kaulaan tai leuan alueelle kiinnitetyillä sensoreilla, jotka reagoivat läheisten lihasten supistuksiin ja täten esittävät unen aikana lihasten aktiivisuuden

muutosta. EMG voidaan mitata myös mm. jalasta mahdollisen levottomien jalkojen oireyhtymän tunnistamiseksi. [Moorcroft, 2013]

Univaiheiden jaottelun lisäksi polysomnografiassa voidaan tutkia erilaisia unen aikaisia ongelmia tai poikkeavuuksia mm. sydämen toiminnassa ja hengityksessä. Sydämen toimintaa mitataan sydänsähkökäyrän eli EKG:n avulla. Hengitystä voidaan havainnoida esimerkiksi sieraimiin sijoitettavalla ilmapirtaa mittaavalla laitteella sekä rinnan ja vatsan ympärille sijoitettavien, niiden tilavuuden muutosta mittaavien sensorien avulla. Polysomnografian tukena voidaan käyttää myös muita sensoreita, joista esimerkkinä kuorsauksen havaitsemisessa on tyypillisesti mukana ääntä tallentava mikrofoni. [Moorcroft, 2013]

Polysomnografian tuottaman datan analysoimiseen on kehitetty ja ehdotettu monenlaisia automaattisia algoritmeja, mutta unentutkimus nojaa edelleen vahvasti unitutkimuksen ammattilaisen visuaaliseen analysointiin ja pisteytykseen. Polysomnografia on unentutkimuksessa ns. kultainen standardi ja usein muita laitteita verrataan sen tuottamaan unen kuvaan.

### **3.2. Aktigrafia**

Aktigrafialla tarkoitetaan liikkeisiin perustuvaa aktiivisuustason mittausta ja datan tallennusta, joka suoritetaan tavallisesti pidemmältä ajanjaksolta. Tyypillisesti aktigrafia toteutetaan pienellä tutkittavan henkilön kehon ääreisosiin kuten ranteeseen kiinnitettävällä laitteella eli aktigrafilla, jossa on kiihtyvyyttä mittaava akselometri sekä dataa varten tallennusmedia. Aktigrafin tuottamaa dataa tulkitaan joko manuaalisesti liikkeen tuottamaa graafia tutkimalla tai automaattisesti erilaisilla algoritmeilla.

Unen tutkimuksessa aktigrafiaa on käytetty lähes 40 vuoden ajan ja vuonna 1995 American Sleep Disorders Association suositteli menetelmää unessa ja valveilla olon erotteluun ja uniongelmien arviointiin. Toisaalta myös todettiin, ettei aktigrafialla voida luotettavasti erotella univaiheita [Sadeh et al., 1995]. Tutkimusten mukaan eri laitteista ja algoritmeista riippuen unen ja valveillaolon erottelu on onnistunut aktigrafilla n. 85-90-prosenttisesti [Jean-Louis et al., 2001]. Suurin osa tutkimuksista ja vertailuista polysomnografiaan on tosin tehty laboratorio-olosuhteissa yksittäisinä öinä, joten kotioiloissa pidemmällä aikavälillä mittaukset saattavat olla erilaisten uneen vaikuttavien muuttujien vuoksi epätarkempia. Eri laitteiden mittausherkkyydessä on myös havaittu merkittäviä eroja, jotka saattavat vaikuttaa mittausten luotettavuuteen [Tryon, 2004].

Tavallisesti aktigrafiamittaukset yliarvioivat kokonaisuniaikaa ja unen laatua sekä aliarvioivat nukahtamiseen kuluva aikaa [Tryon, 2004]. Suurempi valveillaoloaika mittausten aikana vähentää aktigrafin tarkkuutta, sillä aktigrafin on todettu pystyvän tunnistamaan valveillaolon vain noin 35-50-prosenttisesti [Kushida et al., 2001; Blood et al., 1997]. Terveellä nukkujalla unta on tavallisesti valtaosa sängyssäoloajasta, joten kokonaistarkkuuskin on tyypillisesti varsin korkea, mutta

esimerkiksi uniongelmiin vuoksi mittausaikana kauemmin sängyssä hereillä olevilla mittaukset voivat siis olla varsin epäluotettavia.

Yleisesti aktigrafiaa käytetään uni-valve-aikojen ja unettomuuden arviointiin lähinnä muun tutkimuksen ohessa täydentävänä metodina. Se sopii hyvin myös interventioihin ja seurantaan, jolloin unen muutosta voidaan tutkia viikkojen jaksoissa samoissa olosuhteissa, joissa käyttäjä tyypillisesti nukkuu. Etuna polysomnografiaan verrattuna aktigrafia on metodina varsin halpa ja sitä voidaan käyttää kotiooloissa pidemmällä aikavälillä.

### **3.3. Unipäiväkirja**

Unipäiväkirja on tutkittavan itse tyypillisesti heti aamulla herättyään kirjaama, omaa arviota unen laadusta kuvaava ja yleensä vähintään viikon ajalta kerättävä dokumentti. Tavallisesti unipäiväkirja sisältää ainakin nukkujan arvion nukkumaanmeno-, nukahtamis- ja heräämisajasta sekä heräämisten määrästä ja kestosta [Carney et al., 2012]. Unen laatua voidaan unipäiväkirjassa selvittää esimerkiksi viisiportaisella asteikolla erittäin huonosta erittäin hyvään. Lisäksi tutkittavaa voidaan pyytää kirjaamaan päiväkirjaan mm. kofeiinin ja alkoholin nauttiminen, unilääkkeiden käyttö ja päiväunet.

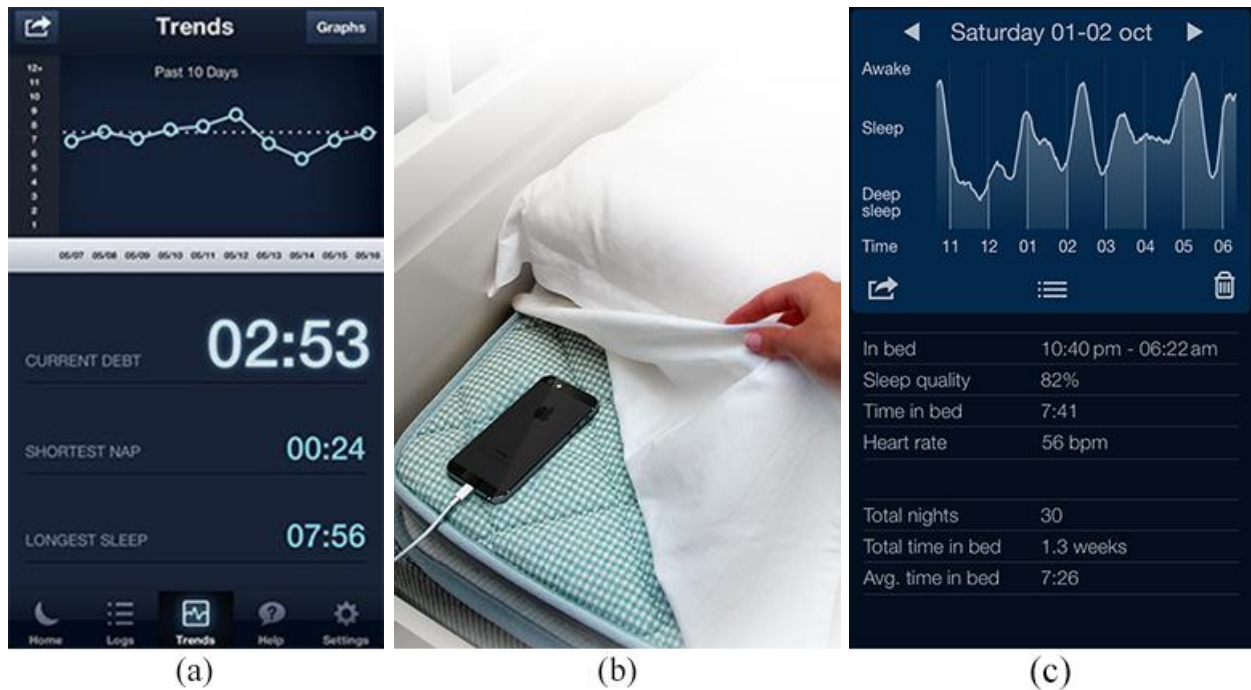
Unipäiväkirjan päivittäisiä merkintöjä käytetään erityisesti määrittämään uni-valve-aikoja, kun tutkimusta tehdään laboratorion ulkopuolella. Esimerkiksi aktigrafin dataa jälkikäteen tutkittaessa voi olla ilman unipäiväkirjan merkintää vaikea erottaa, milloin käyttäjä on oikeasti unessa ja milloin vain makaa sängyssä hereillä ja liikkumattomana [Kushida et al., 2001; Blood et al., 1997]. Toisaalta myös tutkittavan omien arvioiden tarkkuus on tutkijan toimesta usein kyseenalaistettava, sillä esimerkiksi unettomuudesta kärsivät yliarvioivat usein nukahtamiseen kuluvaa aikaa ja aliarvioivat kokonaisuniaikaa [Wicklow ja Espie, 2000; Friedman et al., 2000].

### **3.4. Kuluttajille suunnatut laitteet**

#### **3.4.1. Älypuhelinsovellukset**

Yksinkertaisin, monille halvin ja mobiilipuhelinten suosion myötä yleistynyt tapa seurata ja analysoida unta on käyttää yleisimpiin älypuheliin saatavilla olevia unenseurantasovelluksia. Nämä sovellukset mittaavat puhelimesta olevan liiketunnistimen avulla käyttäjän unen aikaista liikettä ja tyypillisesti pitävät sisällään myös ns. älykkään herätyskellon, jonka on tarkoitus herättää käyttäjä tietyn aikavälin sisällä sopivassa univaiheessa. Sovellus käynnistetään tyypillisesti nukkumaan mennessä ja sijoitetaan nukkujan viereen patjalle (ks. kuva 4b). Sovellusten antamat analyysit vaihtelevat jonkin verran, mutta useissa sovelluksissa uni jaotellaan vähintään kevyeen ja syvään uneen sekä hereillä oloon. Unesta tarjotaan tyypillisesti myös graafinen esitys sekä unen määrää ja laatua kuvaavia mittalukuja (ks. kuva 4c).

Tavallisten mittalukujen ilmoittamisen lisäksi monet älypuhelinsovellukset sisältävät myös muita ominaisuuksia. Esimerkiksi iOS ja Android -puhelimille kehitetty Sleepbot-sovellus<sup>1</sup> ilmoittaa normaalien mittalukujen lisäksi käyttäjälle kertyneen univelan määrää verrattuna tavoitteelliseen uniaikaan (ks. kuva 4a) ja voi ilmoittaa, kun käyttäjän olisi mentävä nukkumaan. Sleepbot-sovellus käyttää myös puhelimen mikrofonia, jolloin sovelluksen ääninauhurilla voi nauhoittaa esimerkiksi käyttäjän unissaan puhumista tai kuorsausta.



Kuvat 4a, 4b ja 4c. Sleepbot-sovelluksen univelkaominaisuus (a), Sleep Cycle -sovelluksen ohjeistus puhelimen sijoituspaikasta unenseurannan aikana (b) ja sovelluksen unidatan kuvaus (c).

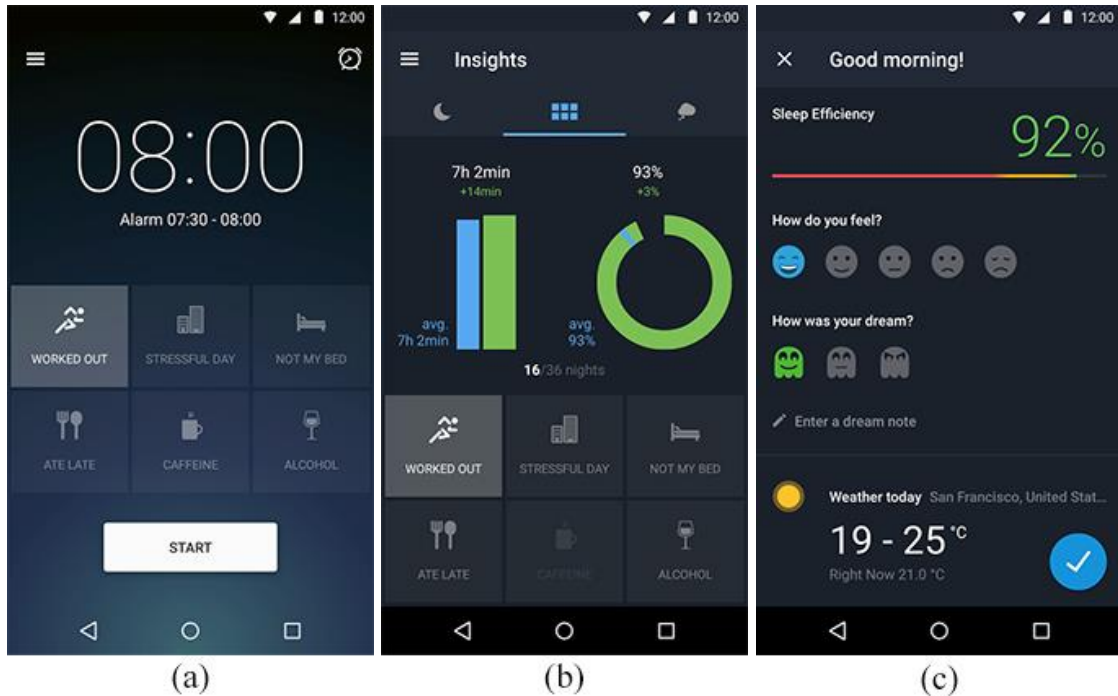
(<http://blog.mysleepbot.com/>; <http://www.sleepcycle.com/pictures-ios.html>, )

Sen lisäksi, että älypuhelinsovellukset voivat kerätä uniajalta dataa automaattisesti, käyttäjältä voidaan myös pyytää hieman unipäiväkirjan tapaan syötteitä unesta tai siihen vaikuttavista tekijöistä. Runtastic Sleep Better<sup>2</sup> -sovelluksessa käyttäjä voi syöttää nukkumaan mennessään kuuden vaihtoehdon joukosta nukkumaan menoa edeltäviä uneen vaikuttavia tekijöitä (ks. kuva 5a). Näitä ovat kuntoilu, stressaava päivä, vieraassa sängyssä nukkuminen, syöminen myöhään, kofeiini ja alkoholi. Tästä datasta voi sovelluksen avulla tarkastella eri tekijöiden tai niiden yhdistelmien vaikutusta unen keskimääräiseen määrään ja laatuun (ks. kuva 5b). Vertailunäytössä sinisillä kuvioilla näytetään keskimääräiset ja vihreällä valittujen ominaisuuksien mukaiset unen määrä ja laatu. Ero keskimäärään ilmoitetaan myös unen osalta sekunteina ja laadun osalta prosentteina. Käyttäjä voi esimerkiksi valita tarkasteltavaksi stressaavan päivän vaikutuksen uneen ja toisaalta tarkastella miten unen määrä ja laatu näinä päivinä muuttuu valitessaan näistä päivät, joihin sisältyy myös kuntoilua.

<sup>1</sup> <https://mysleepbot.com/>

<sup>2</sup> <https://www.runtastic.com/en/apps/sleepbetter>

Sovellus myös kerää käyttäjältä heräämisen yhteydessä tietoa viisiportaisella hymynaama-asteikolla heräämisen jälkeisestä mielialasta ja kolmeportaisella asteikolla käyttäjän näkemistä unista (ks. kuva 5c). Unista on myös mahdollista kirjoittaa muistiinpanoja ja unia voi syöttää sovellukselle myös herätessään keskellä nukkumista.



Kuvat 5a, 5b ja 5c. Runtastic Sleep Better -sovelluksen näyttökuvia.

(<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.runtastic.android.sleepbetter.lite>)

Käyttäjältä kerättävä lisädata voi parhaimmillaan auttaa sovellusta tekemään henkilökohtaisempia ja tarkempia analyyseja käyttäjän unesta ja niihin vaikuttavista tekijöistä. Haasteena unipäiväkirjamaisessa datan keräämisessä on se, että käyttäjältä kuluu aikaa ja vaivaa asioiden kirjaamiseen ja esimerkiksi aamulla herätessä mielialan arvioiminen saattaa olla hankalaa. Unitutkimuksen tapaan muun datan ohessa käyttäjän syötteet ovat kuitenkin arvokkaita tiedon lähteitä ja mikäli niiden syöttö saadaan helpoksi ja mahdollisimman automaattiseksi, voi niiden käytöllä olla myös mobiililaitteiden unenseurannan kohdalla suuri merkitys.

Älypuhelinien yleisyyden vuoksi unta seuraavien sovellusten etuna on se, että ne hyödyntävät jo usein käyttäjällä käytössä olevaa laitetta, jota voidaan käyttää myös itsessään herätyskellona. Useat unenseurantasovellukset kuten Sleep Cycle Alarm<sup>3</sup> markkinoivatkin itseään lähinnä älykkäinä herätyskellona, jolloin unen seuranta on paremminkin lisäominaisuus. Sovelluksia voi myös päivittää varsin helposti, jolloin yksinkertaiseen sovellukseen voi tuoda lisäominaisuuksia käyttäjien tarpeiden ja kommenttien mukaan.

<sup>3</sup> <http://www.sleepcycle.com/>

Unen seurantaan tarkoitettujen älypuhelinsovellusten ongelmia ovat niiden mahdollinen epätarkkuus ja käyttötapojen sekä -olosuhteiden erilaisuus. Tulokset voivat vaihdella esimerkiksi laitteesta, patjatyypistä ja puhelimen sijoituspaikasta riippuen. Myös muut samassa sängyssä nukkujat voivat luonnollisesti vaikuttaa puhelimen tallentamaan aktiivisuuteen ja mm. unen keskeyttävät sängystä nousut tallentuvat vain hetkellisesti, ellei käyttäjä kannu laitetta mukana. Liikkeen seuranta myös kuluttaa puhelimen akkua varsin nopeasti, joten monet sovellukset suosittelevat puhelimen latausta unen seurannan aikana. Tällöin latauspisteen on oltava lähellä käyttäjän nukkumisaikaa.

### 3.4.2. Päälle puettavat laitteet

Perinteisessä unen tutkimuksessa ja etenkin polysomnografiassa testattavalle henkilölle puetaan monenlaisia laitteita, jotka mittaavat erilaisia fysikaalisia ominaisuuksia. Laitteet saattavat haitata henkilön nukkumista, mutta päälle puettavien laitteiden etuna on kuitenkin niiden tarkkuus ja mahdollisuus monenlaisiin mittauksiin. Tämän vuoksi on kehitelty paljon myös kuluttajille suunnattuja päälle puettavia unen tutkimukseen tarkoitettuja laitteita.



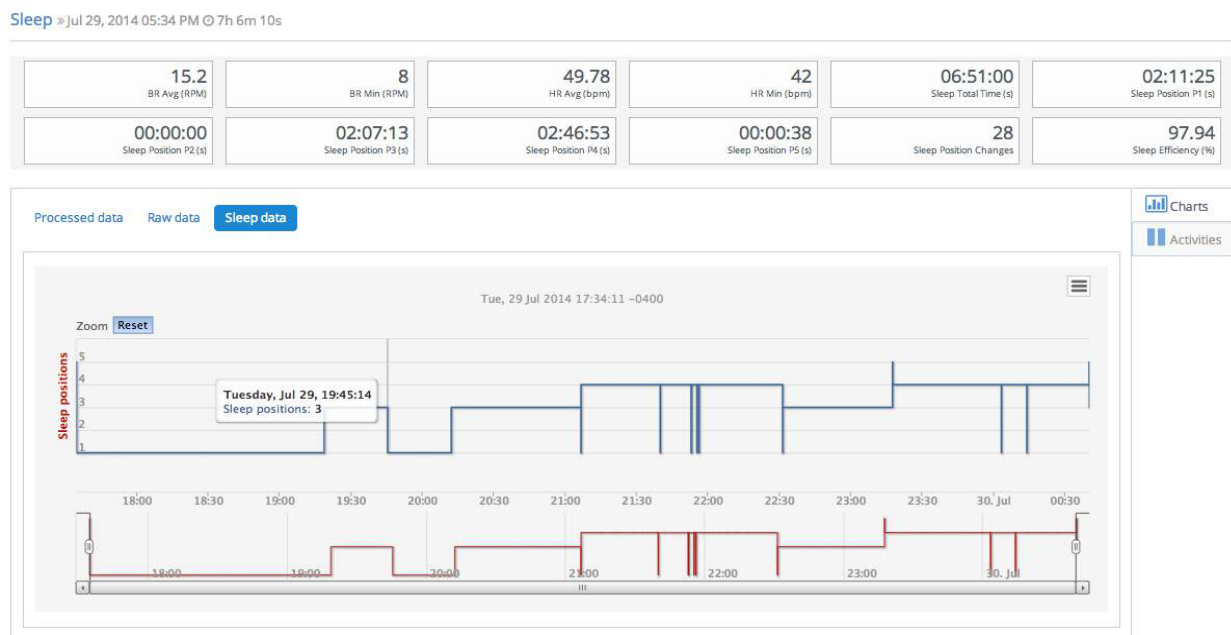
Kuva 6. Bodymedia Sensewear Armband. ([http://sensewear.bodymedia.com/SW-Learn-More/Product-Overview#data\\_output](http://sensewear.bodymedia.com/SW-Learn-More/Product-Overview#data_output))

Bodymedia Sensewear Armband<sup>4</sup> on olkapäähän kiinnitettävä liikkeen lisäksi ihon lämpöenergian siirtymistä, lämpötilaa ja sähkönjohtavuutta mittaava laite (ks. kuva 6). Laite toimii sekä liikunnan että unen seurannassa. Unesta laite tulkitsee keräämänsä datan perusteella uni- ja valveaika sekä kokonaisuniaikaa. Lisäksi laitteen ohjelmiston ammattilaisversio jaottelee unen kevyeen, syvään ja todella syvään uneen. Bodymedian omassa tutkimuksessa Sensewear Armbandin havaittiin olevan polysomnografiaan verrattuna 85,3 prosenttisesti yhteneväinen uni- ja valvetilojen tunnistamisessa [Sunseri et al., 2009].

<sup>4</sup> <http://sensewear.bodymedia.com/>



Hexoskin<sup>5</sup> on päälle puettava sensoreita sisältävä hihatton paita, jossa on kiinnitettynä pieni paidan taskuun sopiva bluetooth-laite. Paidassa on rintakehän ja vatsan päällä kuminauhat, jotka mittaavat hengitystä ja tekstiiliset elektrodit, jotka tallentavat sydämen toimintaa. Bluetooth-laitteen sisäinen aktigrafi tunnistaa puolestaan muut liikkeet. Laitteen ohjelmisto tulkitsee uniajan ja aktiivisuuden lisäksi nukkujan uniasennot ja niiden vaihtojen määrät (ks. kuva 7). Unen aikaisesta hengityksestä laite tunnistaa lepo- ja keskimääräisen hengitysnopeuden ja ventilaation, kun taas sydämen toiminnasta tunnistetaan syke ja sykevälivaihtelut. Hexoskin myös mahdollistaa laitteen keräämän raakadatan lataamisen ohjelmistosta. Hexoskinin lähestymistapa unen aikaiseen aktiivisuuteen eroaa selkeästi monista muista unta seuraavista laitteista. Se keskittyy unen rakenteen analysoinnin sijaan enemmän uniasentojen kuvaamiseen ja terveydellisiin seikkoihin, kuten hengitykseen ja sydämen toimintaan.



Kuva 7. Hexoskin-laitteen ohjelmiston unidatan kuvaus. (<http://www.hexoskin.com/pages/health-research>)

Unen tutkimuksessa ja univaiheiden määrittämisessä tarkin ja vakiintunein tapa on polysomnografian tuottaman aivosähkökäyrän informaation tulkitseminen. Unitutkijoiden käyttämät laitteet ovat kalliita ja vaativat usein laboratorio-olosuhteita. Halvempia ja kotikäyttöön sopivia aivosähkökäyrää mittaavia laitteita on kuitenkin kehitetty ja tutkittu paljon. Markkinoilta jo taloudellisten ongelmien vuoksi poistunut Zeo Headband (ks. kuva 8) on elastiseen päänauhaan sidottu laite, joka mittaa aivosähkökäyrää (EEG), silmien liikkeitä eli elektro-okulografiaa (EOG), ja lihasjännitystä kuvaavia EMG-signaaleja. Zeo toimii yhdessä älypuhelinsovelluksen kanssa. Se jaottelee unen 30 sekunnin jaksoihin ja tulkitsee niistä valveilla oloa, kevyttä ja syvää non-REM-unta sekä REM-unta. Sharebroom ja muut [2012] testasivat Zeo Headbandia unilaboratoriossa ja havaitsivat kahdessa

<sup>5</sup> <http://www.hexoskin.com/>



kokeessa 75,8 % ja 74,7 %:n yhteneväisyyden polysomnografialla epookeittain mitattuihin univaiheisiin ja 92,6 % ja 91,1 %:n yhteneväisyyden uni- ja valvetilojen erotteluun.



Kuva 8. Zeo Headband -laite ja sen mobiilisovellus. (<http://mobihealthnews.com/20772/exclusive-sleep-coach-company-zeo-is-shutting-down/>)

### 3.4.3. Nukkumisympäristöön sijoitettavat laitteet

Päälle puettavien laitteiden lisäksi on kehitetty useita nukkumisympäristöön sijoitettavia unta seuraavia laitteita. Näiden laitteiden etuna on se, että ne ovat usein päälle puettavia laitteita vähemmän käyttäjää häiritseviä ja keräävät usein informaatiota käyttäjän lisäksi myös nukkumisympäristöstä.

Resmed S+<sup>6</sup> on sängyn viereen yöpöydälle sijoitettava laite (ks. kuva 9a), joka mittaa sensorien avulla sekä ympäristön että nukkujan ominaisuuksia. Nukkumisympäristöstä S+ mittaa lämpötilaa ja valon sekä melun määrää ja nukkujasta hengitystä ja unen aikaisia liikkeitä. Laitteen liikkeen ja hengityksen tunnistus toimii ns. biomotion-sensorilla, joka mittaa liikkeitä ja hengitystä radioaaltojen avulla hieman kaikuluotauksen tapaan. Samaisella teknologialla toimiville laitteille on suoritettu tieteellisiä tutkimuksia, joissa on havaittu biomotion-sensorin pystyvän rekisteröimään käyttäjän uni-valve-tiloja aktigrafia vastaavalla tarkkuudella [Pallin et al., 2014].

<sup>6</sup> [www.resmed.com/us/en/consumer/s-plus.html](http://www.resmed.com/us/en/consumer/s-plus.html)



(a)



(b)

Kuvat 9a ja 9b. Resmed S+ -laite (a) ja sen ohjelmiston näyttökuva (b).  
<http://www.tomsguide.com/us/resmed-s-sleep-tracker,review-2441.html>;  
<https://itunes.apple.com/us/app/s+-by-resmed/id883611019?mt=8>

S+ kerää käyttäjältä myös tietoja kysymällä ennen nukkumaanmenoa kysymyksiä mm. nautitun kofeiinin ja liikunnan määrästä. Saamiensa vastausten ja laitteen ympäristöstä ja käyttäjän liikkeistä tallentaman sekä hengityksestä kerätyn datan pohjalta laitteen ohjelmisto (ks. kuva 9b) antaa käyttäjälle myös pieniä vinkkejä parempaan uneen. S+ antaa unesta myös tarkan univaiheiden mukaisen kuvan ja pisteyttää unta sadan pisteen skaalalla.

Joukkorahoituksella kehitetty Hello Sense<sup>7</sup> -laite (ks. kuva 10a) toimii hieman Resmed S+:n kanssa samaan tapaan ja sen yöpöydälle sijoitettava laite tunnistaa ympäristön melun, valon ja lämpötilan lisäksi myös kosteuden ja ympäristön partikkeleita kuten pölyä. Varsinainen unen seuranta on Sense-laitteessa toteutettu käyttäjän tyynyyn kiinnitettävällä sensorilla, joka tunnistaa nukkujan liikkeet gyrokoopin ja akselometrin avulla. Etuna älypuhelimien unenseurantaan sänkyyn sijoitettava laitteen osa on varsin pieni ja koska se kiinnittyy käyttäjän tyynyyn, voi laite yksilöidä käyttäjän muista samassa sängyssä nukkuvista.

<sup>7</sup> <https://hello.is/>



(a)



(b)

Kuvat 10a ja 10b. Hello Sense Sleep (a) ja Beddit (b) -laitteet. (<https://hello.is/about#press>;  
<http://www.beddit.com/media/#section-press-kit>)

Nukkumisympäristön unenseurantalaitteita ovat myös sänkyyn petauspatjan tai lakanan alle sijoitettavat ohuet ja taipuisat anturit. Esimerkiksi Beddit-laitteen<sup>8</sup> (ks. kuva 10b) nauhamainen anturi seuraa käyttäjän liikkumista, hengitystä ja sydämen sykettä ballistokardiografian eli sydämen ja verenkierron kehoon aiheuttamien voimien rekisteröimisen avulla. Tiedot lähetetään langattomasti älypuhelimeseen, joka myös tarkkailee mikrofonin avulla nukkujan kuorsaamista.

---

<sup>8</sup> <http://www.beddit.com/>

## 4. Aktiivisuusrannekkeet

Aktiivisuusrannekkeet ovat nimensä mukaisesti käyttäjän aktiivisuutta mittaavia ja tallentavia ranteessa pidettäviä laitteita, jotka ovat yleensä ulkoisesti rannekelloja sirompia ja pienempiä. Rannekkeita on tarkoitus pitää ranteessa vuorokauden ympäri ja siksi niiden akkukesto ja virran kulutus on pyritty pitämään niin pienenä, että tämä on mahdollista. Aktiivisuusrannekkeiden tekniikka on kehittynyt viime vuosien aikana ja uusimmat rannekkeet hyödyntävät useita käyttäjän toimintaa, ympäristöä ja fysikaalisia ominaisuuksia mittaavia sensoreita.

Valitsin tutkittavaksi 11 kuluttajille suunnattua aktiivisuusranneketta, joissa on mahdollisuus unen seurantaan. Pyrin valitsemaan laitteita mahdollisimman laajasti ja etenkin isoilta sekä suosituilta valmistajilta. Useampien tuotteiden valmistajilta otin tutkittavaksi vain unen seurannan osalta kehittyneimmän laitteen, poikkeuksena Fitbit, jonka Flex-laitteen<sup>9</sup> sain testattavakseni ja se on siksi mukana. Muut laitteet ovat Basis Peak<sup>10</sup>, Fitbit Surge<sup>11</sup>, Garmin Vivosmart<sup>12</sup>, Jawbone UP3<sup>13</sup>, Microsoft Band<sup>14</sup>, Polar Loop<sup>15</sup>, Runtastic Orbit<sup>16</sup>, Samsung Gear Fit<sup>17</sup>, Sony Smartband SRW10<sup>18</sup> ja Withings Pulse<sup>19</sup>. Lisäksi otin vertailun vuoksi mukaan älykellon ominaisuuksia sisältävän ja eri ohjelmistojen latauksia mahdollistavan Pebble Smartwatchin<sup>20</sup>.

### 4.1. Laitteiden ominaisuudet

#### 4.1.1. Liikkeen mittaus

Aktiivisuusrannekkeet tunnistavat ja rekisteröivät käyttäjän liikettä ajan funktiona. Tavallisesti tunnistus on toteutettu kolmiulotteista liikettä rekisteröivän akselometrin eli kiihtyvyyssanturin avulla. Akselometri kerää tietoa käyttäjän liikkeistä ja niiden kiihtyvyydestä arvioiden niitä yleensä minuutin ajanjaksoissa. Tästä aikavälistä ja näitä ajanjaksoja yhdistelemällä voidaan tulkita, kuinka aktiivinen

---

<sup>9</sup> <http://www.fitbit.com/uk/flex>

<sup>10</sup> <http://www.mybasis.com/>

<sup>11</sup> <http://www.fitbit.com/uk/surge>

<sup>12</sup> <http://sites.garmin.com/fi-FI/vivo/vivosmart/>

<sup>13</sup> <https://jawbone.com/store/buy/up3>

<sup>14</sup> <https://www.microsoft.com/Microsoft-Band/en-us>

<sup>15</sup> <http://www.polarloop.com/fi/>

<sup>16</sup> <https://www.runtastic.com/orbit>

<sup>17</sup> <http://www.samsung.com/fi/consumer/mobile-devices/wearables/gear/SM-R3500ZKANEE>

<sup>18</sup> <http://www.sonymobile.com/global-en/products/smartwear/smartband-swr10/>

<sup>19</sup> <http://www2.withings.com/us/en/products/pulse?>

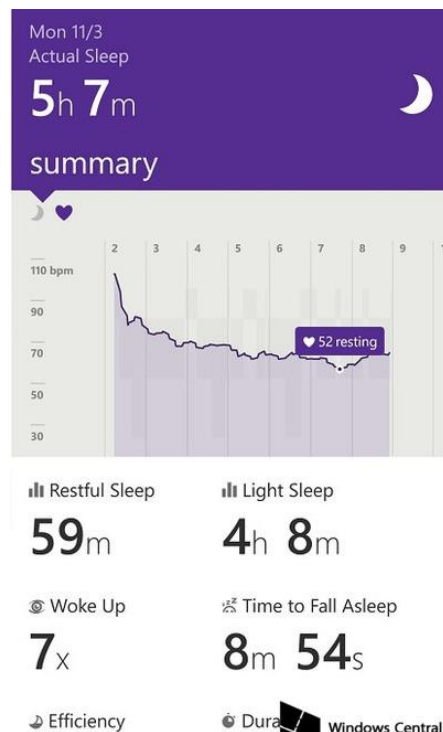
<sup>20</sup> <https://getpebble.com/pebble>

käyttäjää on ollut. Aktiivisuudesta voidaan puolestaan funktioiden avulla arvioida mm. käyttäjän askelten tai unen aikaisten liikkeiden kuten kääntymisten tai heräämisten määrää.

Liikkeitä voidaan myös pyrkiä ryhmittelemään eri kategorioihin sen mukaan, kuinka aktiivista liike on ollut. Esimerkiksi Polar Loop -rannekkeen sovellus jakaa vuorokauden aikana tapahtuvan aktiivisuuden kategorioihin nukkuminen, istuminen, seisoskelu, kävely ja juoksu. Pelkän liikkeen mittauksen perusteella voi kuitenkin olla vaikea havaita esimerkiksi liikunnan intensiteettiä. Esimerkiksi pelkkä käden heiluttelu voidaan tulkita askeliksi ja kuljetuksi matkaksi.

#### 4.1.2. Sykkeen mittaus

Normaalisti sykemittareissa sykettä mitataan erillisillä sykevöillä, mutta monet aktiivisuusrannekkeet pystyvät mittaamaan käyttäjän sykettä myös suoraan käyttäjän ranteesta. Tähän käytetään tyypillisesti optista mittaria, joka tunnistaa LED-valon heijastumisen avulla ranteen hiussuonten laajennukset ja supistukset ja täten sydämen lyönnit veren tilavuuden vaihdellessa. Muista laitteista poiketen Jawbone UP3 -laitteessa sykkeen mittaus on toteutettu bioimpedanssisensorilla, joka mittaa ihon resistanssia pienille sähkösignaaleille ja päättelee näistä veren tilavuuden muutokset. Vaikka monet aktiivisuusrannekkeista mittaavat myös sykettä, niin vain harvat laitteet näyttävät käyttävän sykedataa unen analysoinnissa.



Kuva 11. Microsoft Band -laitteen sykkeen kuvaus. (<http://www.windowscentral.com/how-often-microsoft-band-checks-your-heart-rate>)

Jawbone UP3 -laite käyttää sykedataa yhdessä aktigrafian kanssa univaiheiden tunnistamisessa esimerkiksi siten, että REM-unen aikana sydämen syke on vaihtelevampi, kun taas syvän unen aikana

tasainen. Tunnistamisen tarkempi arviointi on kuitenkin vaikeaa, sillä yritykset eivät kaupallisista syistä tarjoa algoritmejaan tarkasteltavaksi. Microsoft Band käyttää sykedataa eri tavalla, ja se tarjoaa yön aikaisesta sykkeen vaihtelusta graafin (ks. kuva 11). Tästä on mahdollista mm. havaita sykkeessä piikkejä, jotka saattavat olla merkinä erilaisista terveydellisistä ongelmista.

#### 4.1.3. Käyttäjän syötteet

Koska ranteessa pidettävää laitetta voi käyttää sen ranteessa ollessa vain yhdellä kädellä ja tietyssä asennossa, käyttäjälle itse laitteessa tarjottavat syötemahdollisuudet ovat yleensä varsin yksinkertaisia ja rajoittuneita. Laitteissa, joissa ei ole varsinaista graafista näyttöä, joudutaan syötteet usein antamaan valmiiksi koodattuina komentoina. Esimerkiksi Fitbit Flex -laitteessa näytön sijasta laitteen etupuolella on viisi LED-valoa, jotka reagoivat käyttäjän syötteisiin (ks. kuva 12a). Käyttäjän syötteet annetaan laitteen etupuolta napauttamalla siten, että kahdella napautuksella laite näyttää aktiivisuuden määrän suhteessa tavoiteltuun aktiivisuuteen ja 1-2 sekunnin jatkuva napauttelu vaihtaa laitteen unimoodiin ja siitä pois. Tällainen komentojen koodaus vaatii käyttäjältä niiden ulkoa muistamista ja esimerkiksi käyttöönotossa joudutaan usein turvautumaan ohjekirjaan.

Näytöllisissä laitteissa on tyypillisesti 2-3 painiketta, joiden avulla voi esimerkiksi vaihtaa ja valita toiminnon. Poikkeuksena ovat kosketusnäytölliset laitteet, kuten Microsoft Band (ks. kuva 12b) jotka voivat isomman näytönsä ansiosta myös esittää enemmän informaatiota ja tämän vuoksi omaavat usein myös useampia toimintoja.



(a)



(b)

Kuvat 12a ja 12b. Fitbit Flex (a) ja Microsoft Band (b) -aktiivisuusrannekkeet.

(<http://www.fitbit.com/uk/flex>; [http://www.microsoftstore.com/store/msuk/en\\_GB/pdp/Microsoft-Band/productID.314504900](http://www.microsoftstore.com/store/msuk/en_GB/pdp/Microsoft-Band/productID.314504900))

Runtastic Orbit -laitteessa käyttäjän on mahdollista syöttää mihin vuorokaudenaikaan hyvänsä tilanteita, jossa käyttäjä tuntee olevansa onnellinen. Laitteen ainoan nappulan kahdella napautuksella laite näyttää näytöllä hymynaaman kuvaa ja tallentaa ajan, jolloin käyttäjä on syöttänyt onnellisuutensa. Tilanteita voi jälkikäteen tutkia laitteen Runtastic Me -sovelluksella.

Monet laitteet käyttävät syötteisiin älypuhelinsovellusta tai tietokoneohjelmaa, jonka kautta annetut syötteet voi synkronoida laitteeseen yleensä langattoman bluetooth-yhteyden avulla. Esimerkiksi Fitbitin sovelluksilla on mahdollista asettaa rannekkeeseen herätyksiä ja korjata jälkikäteen unenseurannan keräämää dataa, jos käyttäjä on esimerkiksi unohtanut käynnistää unenseurannan.

## **4.2. Aktiivisuusrannekkeiden unenseuranta**

### **4.2.1. Unen havaitseminen**

Laitteesta riippuen käyttäjän nukahtamisen havaitsemiseen käytetään joko käyttäjän syötettä tai nukahtamisen automaattista havaitsemista. Manuaalisessa tavassa käyttäjän on nukkumaan käydessään käynnistettävä unen seurantaan käytetty toiminto ja vastaavasti sammutettava toiminto herättyään. Mahdollinen ongelma syntyy tilanteessa, jossa käyttäjä ei ole muistanut käynnistää unen seurantaa, jolloin ohjelmisto tunnistaa uniajan valveillaoloksi. Ongelmaa voi korjata siten, että käyttäjän on mahdollista jälkikäteen muuttaa ajanjakso sovelluksella nukkumisajaksi. Tällöin on tosin luotettava käyttäjän omaan arvioon ja muistikuvaan nukkumisen aloittamisesta ja lopettamisesta. Tutkimusten mukaan unettomuudesta kärsivät yliarvioivat usein nukahtamiseen kuluvaa aikaa, jolloin muistikuvan luotettavuuden voi olettaa olevan heikko etenkin uniongelmissa kärsivillä [Wicklow ja Espie, 2000; Friedman et al., 2000].

Automaattisessa unen havaitsemisessa unen seurantaohjelmisto puolestaan tulkitsee käyttäjän liikkeistä ja mahdollisista muista sensoreista saamaansa dataa ja pääättelee, milloin käyttäjä on aloittanut nukkumisen. Tämä voi tapahtua esimerkiksi akselometrien avulla tulkitsemalla tietyn aikamäärän jatkuva inaktiivisuus uneksi. Ongelmia automaattisessa tunnistamisessa voi tuottaa mm. muu vähäisen aktiivisuuden toiminta, kuten television katselu.

Mahdollinen yhdistelmä manuaalisen ja automaattisen havaitsemisen välillä on mahdollistava käyttäjälle sellaisen aikavälin asettaminen, jonka aikana ranneke tunnistaa liikkumattomuuden automaattisesti uneksi. Jos käyttäjä esimerkiksi käy toistuvasti nukkumaan 21 ja 04 välisenä aikana, voidaan tämä asettaa automaattisen unen havaitsemisen rajoitteeksi.

Unen havaitsemisen tarkkuutta on vaikea arvioida sekä laitteiden vähäisten tieteellisten testien että nukkumisolosuhteiden ja nukkujien erilaisuuden vuoksi. Fitbitin aktigrafilla tehdyssä 24 osallistujan tieteellisessä kokeessa havaittiin laitteen yliarvioivan unen laatua (unimäärä jaettuna tallennusajalla) keskimäärin 14,5 prosentilla polysomnografiaan verrattuna ja 5,2 prosenttia standardoituun Actiwatch-65-aktigrafiin verrattuna [Isana et al., 2012]. Ennen nukahtamista ja nukahtamisen jälkeen tapahtuvan hereilläolon havaitsemisen tarkkuus epookeittain oli puolestaan polysomnografiaan verrattuna heikkoa molemmilla aktigrafeilla Fitbitin valveillaolon havaitsemisen tarkkuuden ollessa keskimäärin 19,8 prosenttia. Testi antaisi olettaa, että normaalikäyttäjillä unen havainnointi aktiivisuusrannekkeiden avulla voi olla varsin luotettavaa, mutta etenkin sängyssä pidempään hereillä

olevilla käyttäjillä unen havaitseminen pelkkää aktiivisuutta mittaamalla saattaa olla varsin epätarkkaa.

#### **4.2.2. Unen kategorisointi**

Aktiivisuusrannekkeet jakavat tallentamansa unidatan tavallisesti kategorioihin mitattujen liikkeiden perusteella siten, että dataa tulkitaan tietyissä laitekohtaisissa jaksoissa eli epookeissa. Kategorisointi vaihtelee laitteesta riippuen, mutta tyypillinen jaottelu on hereilläolo, kevyt uni ja syvä uni. Jotkin laitteet, kuten Basis Peak, lisäävät vielä REM-kategorian ja toiset tunnistavat vain onko käyttäjä hereillä vai unessa.

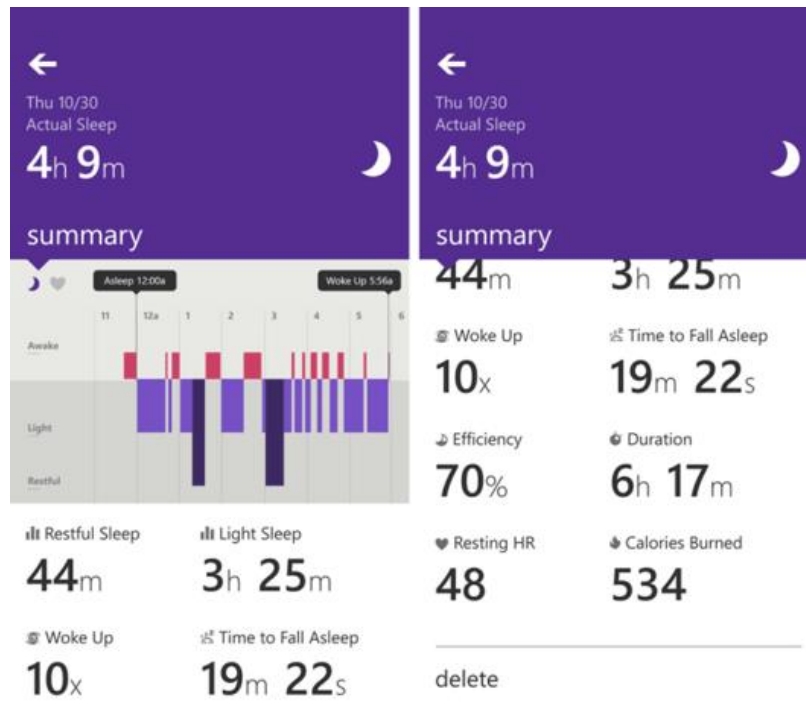
Aktiivisuusrannekkeiden unen kategorisointi on melko yhteneväinen unen tutkimuksessa vakiintuneiden univaiheiden jaottelun kanssa. Termistö on kuitenkin laitteesta riippuen erilaista ja mm. syvästä unesta käytetään termejä kuten rauhallinen ja liikkeetön uni. Mikään laitteista ei pyri erottelemaan kevyen unen S1 ja S2 tai syvän unen S3 ja S4 vaiheita toisistaan.

Laitteiden kategorisoinnista ei useimpien laitteiden kohdalla ole tehty vertaisarvioituja ja tieteellisesti hyväksyttyjä vertailuja polysomnografiaan. Univaiheiden jaottelusta ja unen kategorisoinnista olisikin suoritettava vertaisarvioituja ja tieteellisiä kokeita, jotta aktiivisuusrannekkeiden unen jaottelu voitaisiin todeta luotettaviksi.

#### **4.2.3. Mittaluvut**

Aktiivisuusrannekkeiden sovelluksissa käyttäjälle esitetään unesta graafisen esityksen lisäksi mittalukuja, jotka lasketaan tyypillisesti kun käyttäjä tai laite lopettaa unen seurannan. Nämä voivat kuvata esimerkiksi kokonaisseuranta-aikaa, unen määrää, unen laatua, eri unikategorioiden kokonaisaikaa, nukahtamisen kestoa ja yön aikaisten heräämisten määrää. Esimerkiksi Microsoft Band -rannekkeen Health-sovellus esittää unesta edellä mainitut mittaluvut sekä unen aikaisen lepopulssin ja kulutetut kalorit (ks. kuva 13). Osa rannekkeista ilmoittaa paljon vähemmän mittalukuja ja mm. Polar Loop -laitteen Flow-sovellus näyttää vain kokonaisunen, levottoman ja levollisen unen määrän ja levollisen unen suhteen prosentteina.





Kuva 13. Microsoft Band -laitteen Health-sovelluksen mittalukuja.

(<http://www.windowcentral.com/how-to-use-sleep-tracker-microsoft-band>)

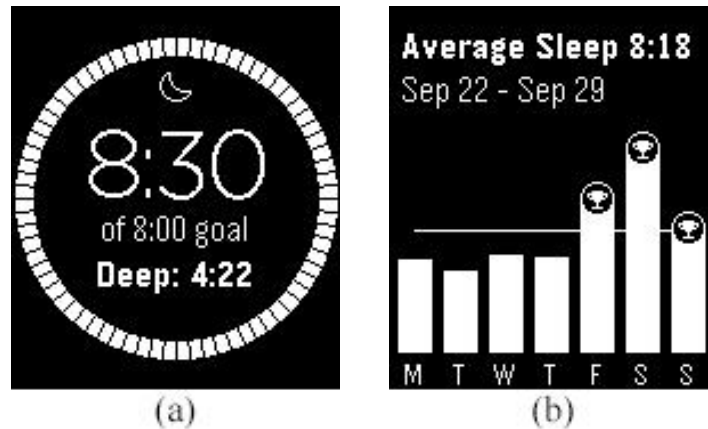
Unen laatu ilmoitetaan yleensä prosentteina käyttäjän unessa olon osuutena unenseurannan kokonaisajasta. Toinen vaihtoehto on ilmoittaa unessaoloajan osuus käyttäjän henkilökohtaisesta tavoitteellisesta uniajasta. Uneen liittyen käyttäjältä on mahdollista myös pyytää subjektiivinen mielipide unen laadusta, jolloin unidataa ja mittalukuja voidaan verrata käyttäjän omaan arvioon tai mielialaan herätessä.

Unen tutkimuksessa käytetyt mittaluvut ovat jokseenkin yhteneväisiä aktiivisuusrannekkeiden sovelluksissa käytettyjen mittalukujen kanssa ja mm. unen laatua voidaan arvioida samaan tapaan unessa oloajan suhteena sängyssä vietettyyn aikaan. Eri mittaluvut voidaan myös ottaa huomioon erilaisia uniongelmia arvioitaessa, jolloin esimerkiksi unen laatu kuvaa unen pirstaleisuutta.

#### 4.2.4. Univalmennus ja motivointi

Pelkkä unen passiivinen seuranta ei aina itsessään paranna tai muuta käyttäjän unen laatua. Tämän vuoksi osa laitteista myös pyrkii esittämään käyttäjälle enemmän tai vähemmän personoituja ohjeita ja kehotuksia unen laadun parantamiseen. Esimerkkinä Jawbone UP3 -laitteen ohjelmisto voi tulkita käyttäjän pitkän viiveen ennen nukahtamista ja suositella mm. lämpötilan muutoksia nukkumisympäristöön liittyen. Laite voi myös huonosti nukutun yön jälkeen ehdottaa vähäisempää aktiivisuutta ja päinvastoin. Jawbonen ohjelmisto voi myös ehdottaa käyttäjälle yleisesti hyödyllisiä lupauksia tai haasteita esimerkiksi aikaisin nukkumaan menosta, joita käyttäjä voi halutessaan noudattaa ja suorittaa. Tämä tuo unen seurantaan eräänlaisia pelillisiä elementtejä, jotka voivat motivoida käyttäjää parantamaan unitottumuksiaan. Myös tavoitteelliseen unimäärään vertaaminen

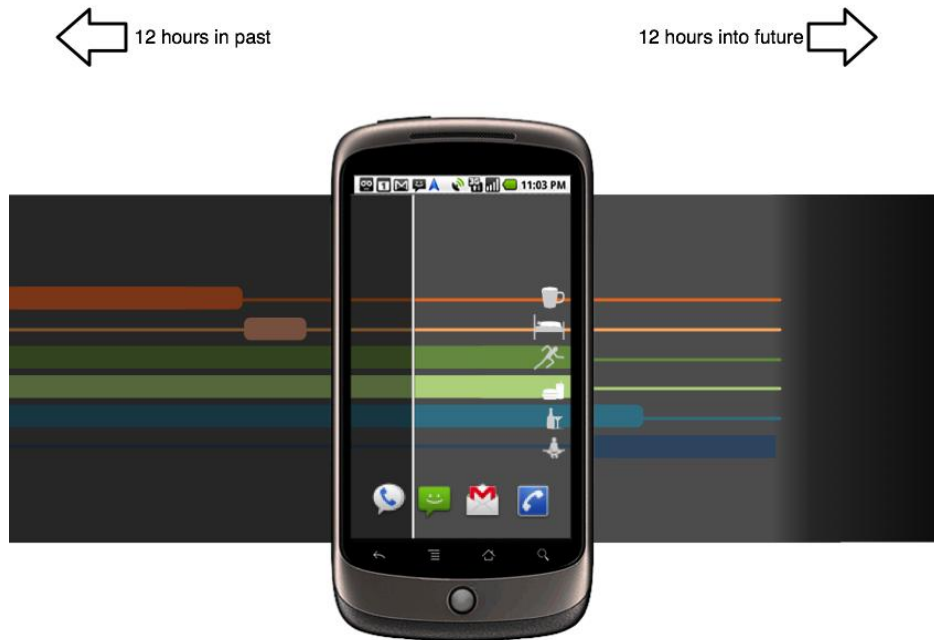
on yksi motivointikeino. Esimerkiksi Pebble Smartwatchin Misfit-sovelluksessa tavoitteelliseen uniaikaan yltäneiden päivien kohdalla näkyy viikon unen esityksessä pokaali-ikoni (ks. kuva 14b).



Kuvat 14a ja 14b: Pebble Smartwatch -laitteen Misfit-sovelluksen unidatan esitys yhden yön (a) ja viikon ajalta (b). (<http://help.getpebble.com/customer/portal/articles/1710334-misfit>)

Univalmennukseen ja uneen liittyviin ohjeisiin ja kehotuksiin on myös kehitetty aktiivisuusrannekkeista erillisiä sovelluksia, jotka hyödyntävät valmennuksessa rannekkeiden unidataa. Esimerkiksi Sleepio-mobiilisovellus hyödyntää Jawbone UP3 -laitteelta saatua dataa antamalla yksilöllisiä kognitiiviseen käyttäytymisterapiaan perustuvia ohjeita uniongelmistä kärsiville käyttäjille. Sleepiossa hyödynnetään käyttäjän omia syötteitä siten, että käyttäjän on mahdollista pitää unipäiväkirjaa ja arvioida omaa nukkumistaan viisiportaisella asteikolla. Sleepiota on testattu placebo-kontrolloidussa kliinisessä tutkimuksessa, jossa havaittiin kroonisesta unettomuudesta kärsivillä käyttäjillä kuuden viikon käytön jälkeen keskimäärin 56 % lyhyempi nukahtamisaika ja 63 % vähemmän yöllisiä heräämisiä [Espie et al., 2012].

Uneen liittyviä ohjeita voi antaa käyttäjille moneen tapaan. Bauerin ja muiden [2012] kehittänyt ShutEye älypuhelinsovellus ilmaisee unihygieniaan ja hyviin unitapoihin liittyvää informaatiota asettamalla graafisen esityksen älypuhelimien taustakuvaksi, jolloin tieto on nopeasti vilkaistavissa ilman käyttäjän vuorovaikutusta. ShutEye näyttää ohjeita siitä, milloin uneen vaikuttavia aktiviteetteja kuten kofeiinin nauttiminen ja intensiivinen liikunta luultavasti vaikuttavat käyttäjän uneen ja milloin eivät. Näytössä ohuilla horisontaalisella viivoilla on aktiviteetit, joiden tekeminen tällä hetkellä haittaa nukkumista käyttäjän valitsemaan aikaan ja paksulla viivalla aktiviteetit, jotka eivät tällä hetkellä vaikuta uneen tai vaikuttavat siihen positiivisesti (ks. kuva 15). Pystysuoralla viivalla on näytössä kuvattuna tämänhetkinen aika. Käyttäjä voi myös muuttaa sovelluksella eri aktiviteeteille suositeltuja aikoja tai lisätä omia aktiviteettejaan.



Kuva 15. ShutEyes vilkaisunäyttö [Bauer et al. 2012].

Univalmennusta käytetään aktiivisuusrannekkeiden sovelluksissa varsin vähän, ja syynä tähän voi olla laitevalmistajien varovaisuus. Aktiivisuusrannekkeiden antama univalmennus ja kehotukset ovat toistaiseksi varsin yleisiä unihygieniää edistäviä ohjeita eivätkä varsinaisesti personoituja analyysejä. Myös vahvalla motivoinnilla ja esimerkiksi laajemmalla pelillistämisellä voitaisiin edistää aktiivisuusrannekkeen käyttöä nukkuessa ja ohjata parempiin unitottumuksiin.

#### 4.2.5. Älykäs herätyskello

Osassa aktiivisuusrannekeita on toimintona unen seurannan ohessa toimiva ns. älykäs herätyskello. Älykkään herätyskellon tarkoituksena on herättää käyttäjä sellaisessa univaiheessa, josta käyttäjän on helpointa herätä. Tavallisesti tämä toteutetaan siten, että käyttäjä antaa esimerkiksi 30 minuutin mittaisen herätysikkunan, jonka aikana ranneke tunnistaa liikkeen perusteella sopivan unen vaiheen ja herättää käyttäjän. Mikäli sopivaa univaihetta ei ikkunan sisällä löydy, herättää ranneke käyttäjän aikaikkunan loppuksi.

Tyypillisesti aktiivisuusrannekkeet pyrkivät herättämään käyttäjän kevyen unen vaiheessa, kun nukkujalla havaitaan aktiivisuutta. Tämä on varsin hyvin linjassa unentutkimuksessa yleisen näkemyksen kanssa, jossa kevyen unen vaiheista herääminen aiheuttaa vähiten unen jälkeistä uni-inertiaa, eli tokkuraisuutta ja suorituskyvyn alentumista [Tazzi ja Muzet, 2000]. Syvän unen vaiheista on puolestaan vaikein herätä ja REM-unen vaiheesta herätessä uni-inertian voimakkuus on jossain näiden välissä.

Unirannekkeiden älykkäille herätyskelloille ei ole suoritettu placebo-kontrolloituja kokeita, joten niiden vaikutusta esimerkiksi uni-inertiaan ja käyttäjän heräämisen jälkeiseen suorituskykyyn on vaikea arvioida objektiivisesti.

### 4.3. Unen graafinen esitys

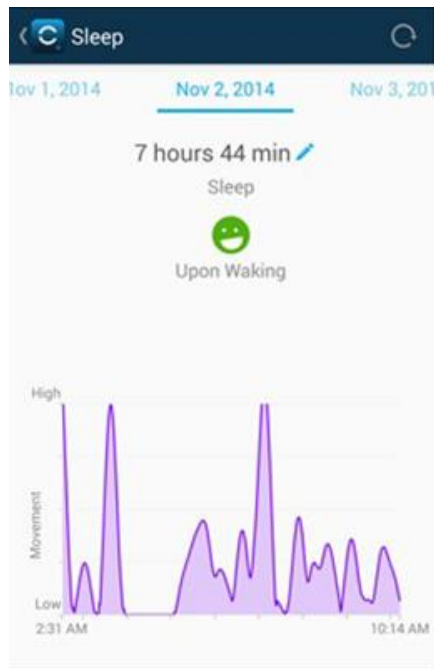
Suurimmassa osassa markkinoilla olevia aktiivisuusrannekkeita laitteen näyttö on joko hyvin pieni tai sitä ei ole lainkaan. Tästä johtuen laitteiden datan esittämiseen käytetään yleensä erillistä ohjelmistoa joko tietokoneen tai älypuhelimien näytöltä, jolloin data on siirrettävä joko langattomasti tai johdon avulla erilliseen laitteeseen. Pebble Smartwatch oli tutkituista laitteista ainoa, jossa ei ole laitteesta erillistä sovellusta unidatan tutkimiseen, vaan unidata esitetään laitteen näytöllä (kuvat 14a ja 14b).

Unen graafisessa esityksessä käyttäjälle pyritään tyypillisesti antamaan kuva siitä, miten unen tyyppi ja laatu muuttuu tiettyinä ajanjaksona. Tämä voidaan esittää unikategorioiden mukaan tai kuvaamalla aktiivisuuden muutosta.

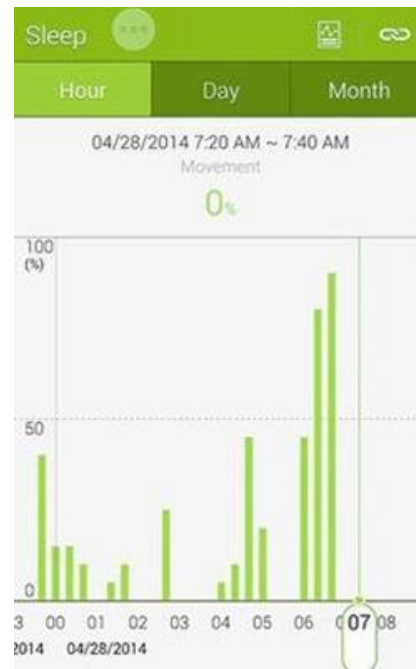
#### 4.3.1. Aktiivisuuden kuvaaminen

Unen aikana kerätyn liikedatan kuvaaminen voidaan toteuttaa pitkälti samaan tapaan kuin päivän aikaisissa aktiviteeteissakin, ja yksinkertaisimmillaan datan voi piirtää suoraan viivadiagrammina. Tutkittujen rannekkeiden ohjelmistoista Garmin Vivosmart toteuttaa unen graafisen esityksen näin, ja kuvaa unenaikaisen liikkumisen välille korkea – matala (high – low) (ks. kuva 16a). Jatkuva viivadiagrammi antaa realistisemman kuvan liikkeistä ja niiden intensiteetistä unen aikana. Tällainen graafinen esitys ei kuitenkaan juurikaan kerro käyttäjälle unen laadusta tai muutenkaan havainnollista unen kulkua, sillä esitys ei jaottele unenaikaisesta aktiivisuutta kategorioittain. Graafista on mahdollista huomata käyttäjän selkeät heräämiset, katkot ja sängystä ylös nousut, mutta diagrammin tulkinta jää unen kokonaisaikaa lukuun ottamatta täysin käyttäjän tehtäväksi. Garmin Vivosmartin ohjelmistossa käyttäjälle annetaan myös mahdollisuus arvioida unta subjektiivisesti kolmella unen laatua kuvaavalla naaman kuvalla.

Samsung Gear Fitin S Sleep-sovelluksella on mahdollista tarkastella liikkeiden ja aktiivisuuden määrää tunneittain sekä kokonaiskuvaa unesta pidemmällä aikavälillä (ks. kuva 16b). Unenaikainen aktiivisuus kuvataan pylväsdiaagrammilla, jossa aktiivisuus määritellään 20 minuutin välein prosentteina. Myöskään Samsung Gear Fitin sovellus ei jaottele aktiivisuutta erikseen kategorioihin, joten graafin merkitystä on vaikea tulkita suurempia liikkeitä lukuun ottamatta.



(a)



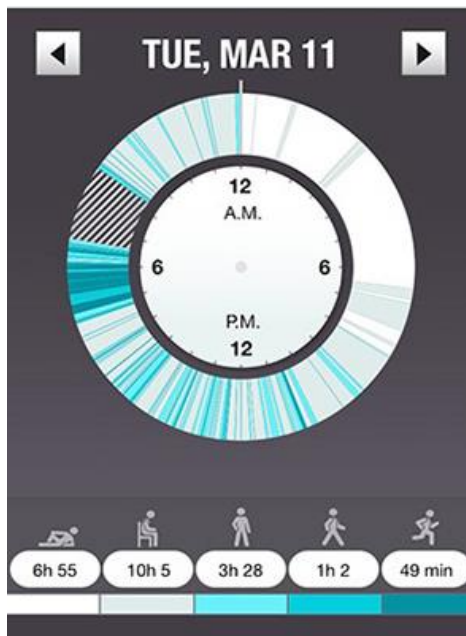
(b)

Kuvat 16a ja 16b. Garmin Vivosmart (a) ja Samsung Gear Fit (b) -laitteiden unen kuvaus.

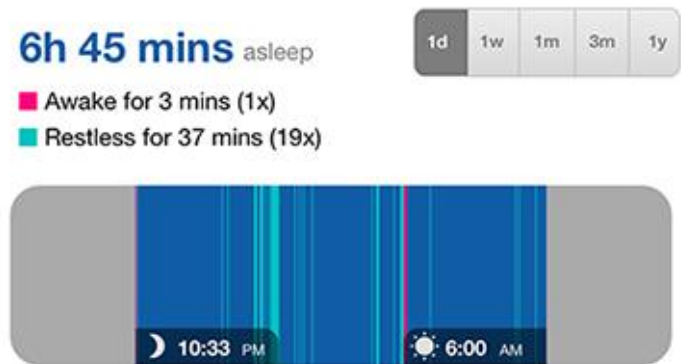
(<http://www.engadget.com/2014/11/10/garmin-vivosmart-review/>; <https://www.yahoo.com/tech/yes-fitness-bands-are-imprecise-so-what-84366626249.html>)

Unen laatuun vaikuttaa tyypillisesti nukkumaanmenon ympärillä tapahtuvan toiminnan lisäksi myös päivän aktiivisuus. Mm. liikunnalla on havaittu olevan unen laatua ja määrää edistäviä ominaisuuksia [Passos et al., 2011; Reid et al., 2010]. Onkin varsin yllättävää, että tutkituista laitteista vain Polar Loop -rannekkeen Flow-sovellus hyödyntää unen graafisessa esityksessä (ks. kuva 17a) koko vuorokauden esittävää grafiikkaa. Laitteen sovelluksessa esitetään aktiivisuus 24-tuntisen kellotaulun sisällä olevien värillisten viivojen ja näistä muodostuvien sektorien avulla. Aktiivisuus on laitteessa jaoteltu värein viiteen kategoriaan, joita kuvaavat ohjelmiston ikonit käyttäjän eri asennoista: makaaminen, istuminen, seisominen, kävely ja juokseminen. Raidallisella alueella on kuvattu aikaa, jolloin laite ei ole ollut ranteessa.

Uneen suhteutettuna grafiikasta voi mm. erottaa päivästä aikoja jolloin käyttäjä on liikkunut vain vähän tai esimerkiksi nukkunut päiväunet. Tämän tyyppisessä graafisessa esityksessä vuorokauden aktiivisuuden esittäminen tosin tehdään osittain unesta annettavien yksityiskohtien kustannuksella, eikä unen laadusta tai vaiheesta anneta muuta informaatiota kuin liikkeen intensiteetti. Normaaliin 12-tuntiseen kellotauluun tottuneen voi olla myös vaikea hahmottaa 24-tuntista kuvaa ajan kulusta ja siitä, minkä vuorokauden kuvaajan laite näyttää milloinkin.



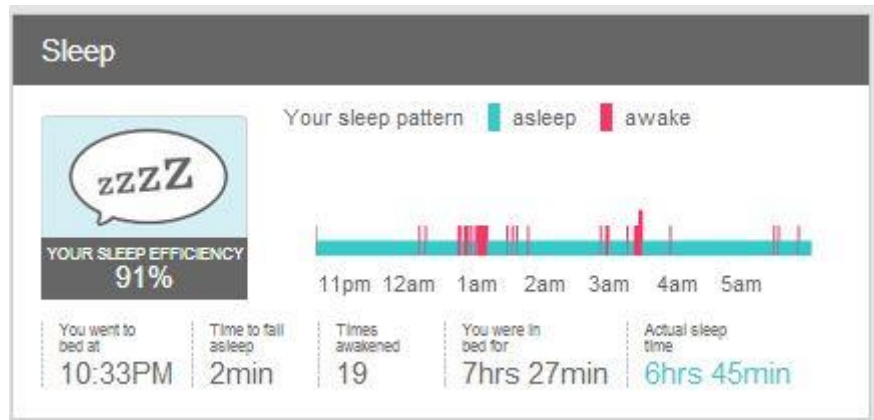
(a)



(b)

Kuvat 17a ja 17b. Polar Loop -laitteen ja Fitbitin unen kuvaus. (<http://www.pinoyfitness.com/2014/03/a-week-with-the-polar-loop/>; [http://help.fitbit.com/articles/en\\_US/Help\\_article/Why-is-my-sleep-graph-different-on-my-dashboard-than-my-mobile-app](http://help.fitbit.com/articles/en_US/Help_article/Why-is-my-sleep-graph-different-on-my-dashboard-than-my-mobile-app))

Fitbit Surge ja Flex -laitteiden ohjelmisto näyttää yhden yön unta kuvaavassa graafissaan uniajan jaoteltuna valveilla oloon, levottomuuteen ja uneen (ks. kuva 17b). Hereillä oloa kuvataan punaisilla, levottomuutta vaaleansinisillä ja unessa oloa sinisillä viivoilla ja niistä muodostuvilla alueilla. Yksittäisten alueiden tarkemmasta ajasta ja kestosta saa laitteen mobiili- ja verkkosovelluksissa lisätietoa liikuttamalla osoitinta kuvion päällä, jolloin on mahdollista esimerkiksi selvittää tarkka yöllisen heräämisen ajankohta. Lisäksi kuvaajassa näkyy nukkumaanmeno aika ja heräämisaika. Fitbitin graafisessa esityksessä korostuu punaisen värin vuoksi etenkin yölliset heräämiset. Yhtenäisen tummansinisen alueen osuus puolestaan antaa nopeallakin vilkaisulla yleiskuvan unen määrästä ja levollisuudesta. Fitbitin verkkopalvelussa on myös vaihtoehtoinen tapa esittää uni siten, että uni jaetaan vain hereilläoloon ja uneen (ks. kuva 18). Levottomuuden merkitseminen palvelun eri osioissa eri tavoin ei tue oikean mentaalimallin syntymistä ja saattaa olla käyttäjille vaikeaselkoinen.

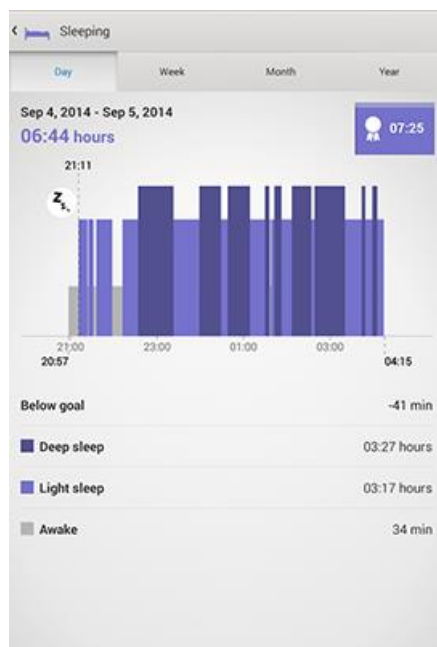


Kuva 18. Fitbitin verkkopalvelun vaihtoehtoinen unen esitys.

([http://help.fitbit.com/articles/en\\_US/Help\\_article/Why-is-my-sleep-graph-different-on-my-dashboard-than-my-mobile-app](http://help.fitbit.com/articles/en_US/Help_article/Why-is-my-sleep-graph-different-on-my-dashboard-than-my-mobile-app))

#### 4.3.2. Univaiheiden kuvaaminen

Unen aikaisen aktiivisuuden ja yksinkertaisen levottoman ja levollisen unen kategorisoinnin sijaan osa aktiivisuusrannekkeista pyrkii tunnistamaan unesta univaihteita, joista käytetään ainakin osittain sekä samanlaista kategorisointia että samantyyppistä visualisointia kuin unen tutkimuksessa.



(a)



(b)

Kuvat 19a ja 19b. Sony Smartband SRW10 (a) ja Jawbone UP3 (b) -laitteiden univaiheiden kuvaus.

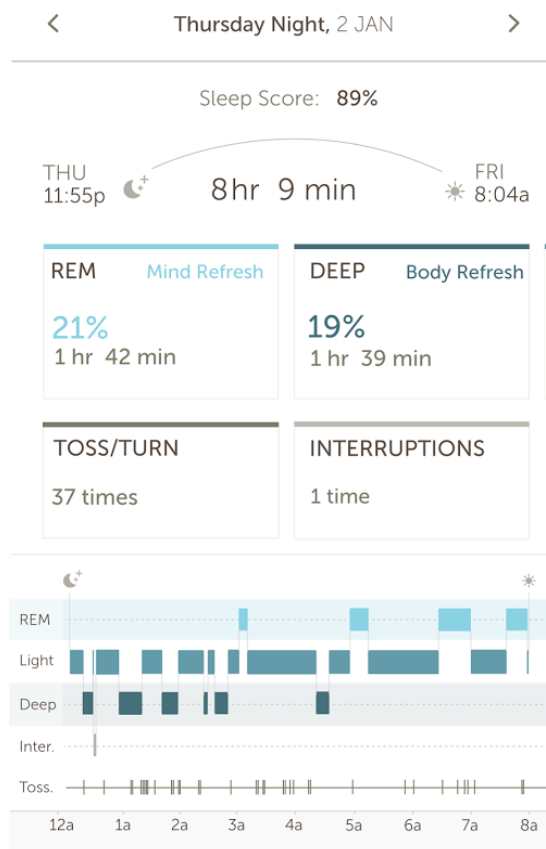
(<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.sonymobile.lifelog>; <http://itechtips.com/jawbone-up3-promises-more-accurate-sleep-tracking-data/>)

Tyypillinen ja selkein jaottelu univaiheissa voidaan tehdä hereillä olon sekä kevyen ja syvän unen välille. Sony Smartband SRW10:n älypuhelinsovellus (ks. kuva 19a) kategorisoi unen näin, ja kuvaa

pylväskaaviona unen syvyyden siten, että kaaviossa sekä värein että palkkien pituuksien avulla eroteltuna on ylhäällä syvä uni, keskellä kevyt uni ja alimpana hereilläolo.

Syvän ja kevyen unen lisäksi jotkin aktiivisuusrannekkeet tunnistavat univaiheista myös REM-unta. Jawbone UP3 -laitteen graafissa ylimmäksi sijoitettuna on hereillä olo ja alimpana syvä uni. Kevyt uni sijoittuu syvän unen yläpuolelle ja REM uni kevyen unen ja hereillä olon väliin. Graafisessa esityksessä käytetään Sonyn esityksen tapaan värejä selkeyttämään kaavion tulkitsemista ja samoja värejä käytetään myös laitteen antamien mittalukujen yhteydessä. Jawbonen univaiheiden graafinen esitys (ks. kuva 19b) muistuttaa selvästi unentutkimuksessa yleisesti käytettyä tapaa (ks. kuva 2), joskin kevyen unen (S1 ja S2) ja syvän unen (S3 ja S4) sisäisiä vaiheita ei ole laitteen sovelluksessa erotettu toisistaan.

Laitteiden graafisista esityksistä suurimman määrän tietoa yhden yön esityksessä näyttää Basis Peak, jonka sovelluksessa on myös univaiheista eroteltuna hereillä olo, REM-uni, syvä uni ja kevyt uni (ks. kuva 20). Esityksen graafinen osuus on muutoin samankaltainen kuin Jawbone UP3 -laitteessa, mutta yön aikaiset keskeytykset unessa on esitetty kaavion alalaidassa. Lisäksi esityksessä on viivoin esitettynä kierimiset ja kääntymiset. Basis Peak -laitteen graafinen esitys myös korostaa siirtymiä univaiheiden välillä, sillä aina univaiheen vaihtuessa esityksessä näytetään vaiheita yhdistävä viiva.



Kuva 20. Basis Peak -laitteen älypuhelinsovelluksen univaiheiden kuvaus.  
(<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.mybasis.android.basis>)



### 4.3.3. Unen kuvaaminen pidemmällä aikavälillä

Yhden yön unen määrän, laadun ja univaiheiden lisäksi käyttäjän voi olla hyödyllistä seurata unesta myös pidempiaikaisia trendejä ja unen kehittymistä ajan mittaan. Unen määrää ja laatua voi verrata esimerkiksi terveystilanteen kehittymiseen ja erilaisiin tapahtumiin tai elämäntilanteisiin. Esimerkiksi stressillä tiedetään olevan suuri vaikutus unen määrään, joten unen määrää ja laatua tutkimalla käyttäjä voi päätellä samalla asioita myös muusta toiminnastaan.

Samsung Gear Fitin S Sleep -sovelluksessa (ks. kuva 21a) uniainia voidaan tutkia viikon ja kuukauden jaksoissa. Sovellus näyttää unesta kahteen osaan jaoteltuna pylväsdiagrammina kokonaisuniajan ja liikkumattoman unen osuuden. Sovelluksesta näkee nopeasti uniajan kehittymisen pylväiden pituuksina, mutta yksityiskohtaista tietoa unen rakenteesta tai ajankohdasta ei näissä näkymissä esitetä graafisesti.



(a)



(b)

Kuvat 21a ja 21b. Samsung Gear Fitin S Sleep -sovelluksen (a) ja Basis Peak -laitteen viikkoraportin (b) unen kuvaus viikon ajalta. (<https://www.yahoo.com/tech/yes-fitness-bands-are-imprecise-so-what-84366626249.html>; <http://www.mybasis.com/blog/2014/05/basis-sleep-report/>)

Osa laitteista tarjoaa myös palveluidensa kautta sähköpostimuodossa lähetettävän viikkoraportin unesta. Esimerkiksi Basis Peak -laitteen viikkoraportissa ilmoitetaan datasta viikon keskimääräisiä mittalukuja ja pylväsdiagrammina päivittäiset kokonaisuniajat ja REM- sekä syvän unen määrät (ks. kuva 21b). Raportissa tarjotaan pylväsdiagrammit myös päivittäisestä kääntymisten ja unen keskeytymisten määrästä sekä unen laadusta.

Sen lisäksi, että unen viikkoesityksessä voidaan näyttää unen ja unikategorioiden määrää päivittäin, osa laitteista näyttää esityksessään myös tarkempia tietoja. Fitbitin verkkopalvelun viikkoesityksessä

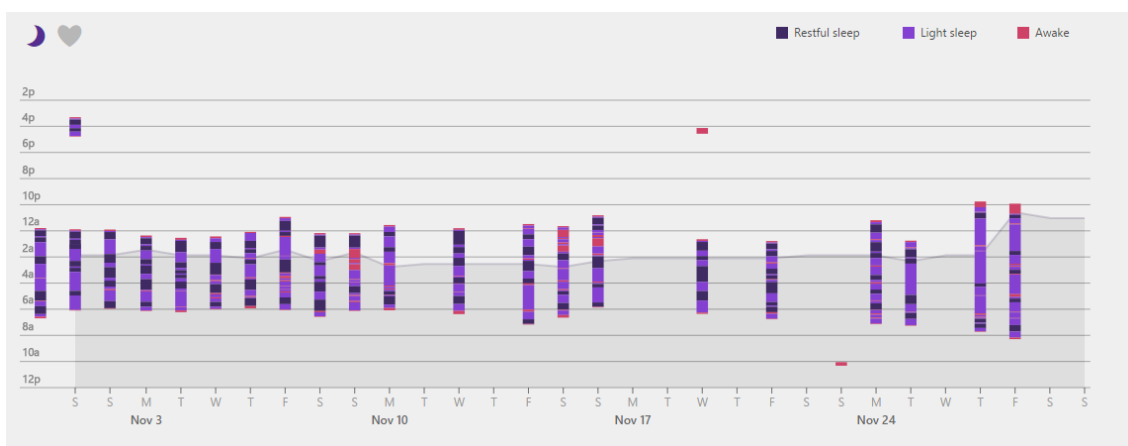
käytetään laitteen yhden yön datalle tyypillistä esitystä, mutta esitykset sijoitetaan horisontaalisesti viikonpäivittäin aikajanalle (ks. kuva 22). Täten graafisesta esityksestä voi erottaa myös unen sijoittumisen vuorokauden sisällä ja unen laadun vaihtelut. Tällaisessa esityksessä unesta ei siis kuviossa suoraan kerrota määriä, mutta kuvion kohdalla päivää osoittamalla saadaan mittalukuina unen, levottoman unen ja unen keskeytymisten määrät. Ongelmaksi tällaisen esityksen tulkinnassa saattaa muodostua se, että esimerkiksi älypuhelimien näytöltä voi olla vaikeaa saada päivittäisestä unen vaihteluista selvää.



Kuva 22. Fitbitin verkkopalvelun unen kuvaus viikon ajalta.

(<http://www.laptopmag.com/reviews/accessories/fitbit-flex/>)

Unidataa voidaan luonnollisesti kuvata myös viikkoa pidemmältä ajalta ja datasta on yhden kaavion sijaan mahdollista piirtää monenlaisia esityksiä. Microsoftin Health Dashboard -verkkopalvelu mahdollistaa kuukausittaisen unidatan esittämisen sekä päivittäisten univaiheiden vaihteluiden että eri univaiheiden määrien mukaan (ks. kuvat 23 ja 24). Esityksien monipuolisuus antaa käyttäjälle mahdollisuuden valita, kumpaa esitystä tahtoo käyttää milloinkin.

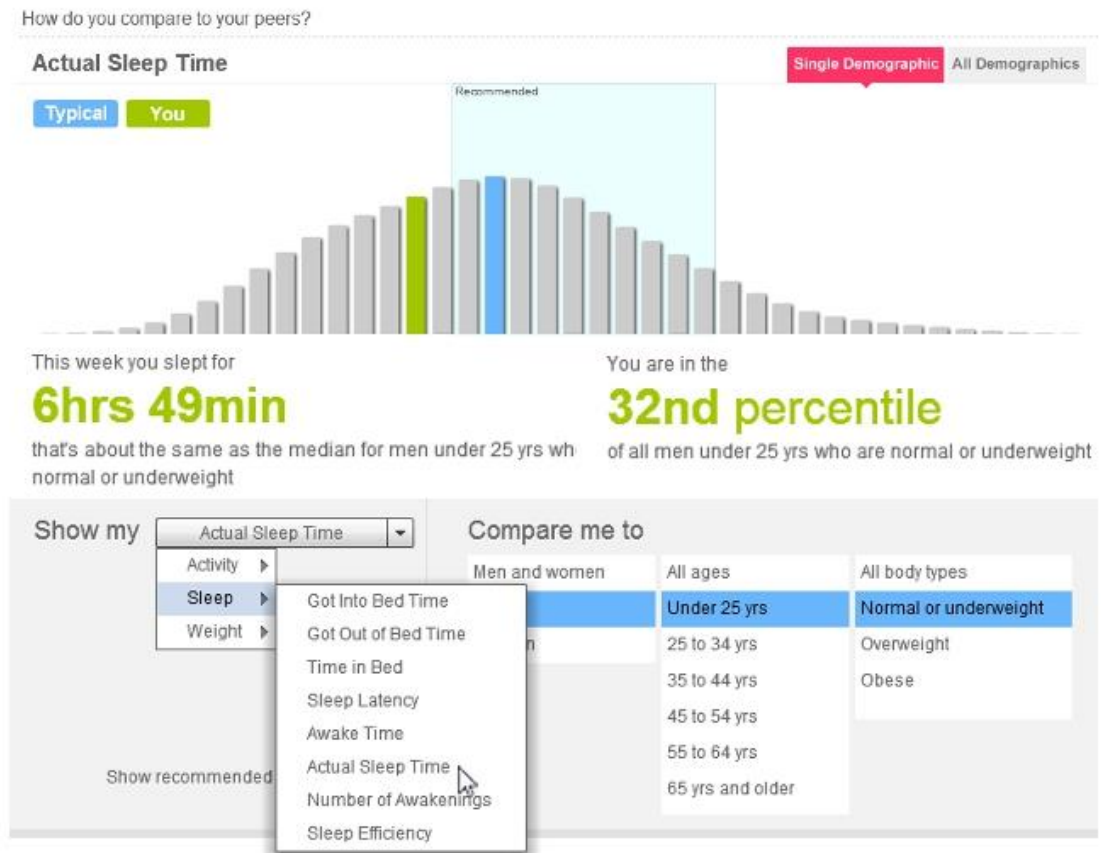


Kuva 23. Microsoft Dashboard -verkkopalvelun unidatan esitys univaiheiden vaihteluiden mukaan.

(<http://www.pcworld.com/article/2887365/microsoft-band-gets-an-update-at-last-including-text-dictation-and-a-web-dashboard.html>)



keskittyneillä foorumeilla, jolloin dataa voi verrata muiden käyttäjien dataan tai käyttää keskustelun tukena.



Kuva 25. Fitbit Premium -palvelun unen vertailuominaisuus. (<https://www.fitbit.com/uk/premium/about>)

Tutkimusten mukaan terveystietojen jakaminen perheen tai ystävien kesken voi motivoida käyttäjiä parempiin terveystottumuksiin [Grimes et al., 2009]. Käyttäjien asenteita varsinaiseen unidatan jakamiseen on kuitenkin tutkittu varsin vähän. Shirazi ja muut [2013] kehittivät älypuhelimelle Somnometer-sovelluksen, jonka keräämä unistatus ja käyttäjän arvio unesta oli mahdollista jakaa Facebook-päivityksenä. Päivitykseen oli myös mahdollista lisätä oma kommentti uneen liittyen. Käyttäjätutkimuksessa havaittiin että Facebookissa jaetut negatiiviset unen arviot keräsivät testaajien kavereilta 45 % positiivisia arvioita enemmän kommentteja, joskin käyttäjät myös mainitsivat, että jatkuva unistatuksen jakaminen saattaa ärsyttää heidän ystäviään. Tutkimuksen perusteella voi kuitenkin alustavasti päätellä, että uniongelmissa kärsivät saattaisivat saada vertaistukea ilmaisemalla omat ongelmansa esimerkiksi sosiaalisessa mediassa. Kim ja muut [2008] puolestaan tutkivat herätyskellon syötteistä päätellyn unistatuksen jakamista pienen ryhmän kesken. Tutkimuksen käyttäjätestissä havaittiin 3 ja 6 viikon testauksen jälkeen ryhmän jäsenten tunteneen toisensa läheisemmiksi ja unistatuksen herättäneen keskustelua ryhmän sisällä. Kummassakaan tutkimuksessa käyttäjät eivät kokeneet unistatuksen jakamisen häiritsevän heidän omaa yksityisyyttään, joskin asiaan saattaa vaikuttaa se, että molempien tutkimusten pelkkään

herätyskellon tilaan perustuvassa unistatuksessa ei näy esimerkiksi mahdolliset unihäiriöt kuten yölliset heräämiset tai nukahtamisen vaikeudet.

## 5. Haastattelut

Tutkimukseen haastateltiin seitsemää aktiivisuusrannekkeella unenseurantaa kokeillutta tai unenseurantaominaisuuksia pidempään käyttänyttä henkilöä. Haastateltavat rekrytoitiin yliopiston kautta sekä omasta tuttavapiiristäni sähköpostin avulla. Haastattelun kysymyksillä (Liite 1) pyrittiin selvittämään miksi ja miten henkilöt käyttävät aktiivisuusrannekkeiden unenseurantaominaisuuksia ja mitä mahdollisia ongelmia niiden käytössä on. Laitteen sovellusten osalta kysyttiin mikä niiden tarjoamasta informaatiosta on käyttäjälle kiinnostavaa sekä onko laitteen antama tieto luotettavaa ja vaikuttaako se käyttäjien unitottumuksiin. Lisäksi haastateltavia pyydettiin pohtimaan mahdollisia lisäominaisuuksia ja parannuksia laitteisiin ja niiden keräämään ja antamaan tietoon sekä mahdollisuuksia unidatan käyttöön sosiaalisesti. Unidatan visualisoinnista esitettiin käyttäjille kuusi erilaista näyttökuvaa, joiden avulla tarkoituksena oli selvittää, mikä on hyödyllistä informaatiota ja kuinka se tulisi esittää. Haastattelun lopuksi sai myös antaa yleisiä kommentteja tai ideoita aiheeseen liittyen.

Haastattelut toteutettiin puolistrukturoituna siten, että osallistujille esitettiin samat kysymykset suurin piirtein samassa järjestyksessä haastattelusta toiseen, mutta mikäli haastateltavilla heräsi muita ajatuksia, saatettiin näistä kysyä tarkentavia kysymyksiä. Haastattelut toteutettiin osallistujille parhaiten sopivassa paikassa, joka oli mahdollisimman hiljainen ja häiriöiltä vapaa. Viisi haastattelua suoritettiin Tampereen yliopistolla, yksi ravintolassa ja yksi haastateltavan kotona. Analysointia varten haastattelut nauhoitettiin ja tulokset litteroitiin tekstimuotoon. Yhteensä haastatteluista kertyi tekstiä litteroituna 13563 sanaa.

Tunniste	Sukupuoli	Laite	Seurantatiheys	Haastattelun kesto
P1	Mies	Fitbit Flex, Jawbone UP (ja Samsung S)	Pistemäiset kokeilut	24:34
P2	Mies	Jawbone UP	Päivittäin	29:12
P3	Nainen	Fitbit Flex	Viikon jaksoissa	25:08
P4	Mies	Polar Loop	Päivittäin	23:19
P5	Mies	iPhone (Sleep Cycle) ja Fitbit Flex	Pari kertaa viikossa	24:16
P6	Mies	Pebble Smartwatch	Päivittäin	20:53
P7	Nainen	Fitbit Flex	Pistemäiset kokeilut	27:21

Taulukko 1. Haastateltavien tiedot

### 5.1. Aktiivisuusrannekkeen käyttö unen seurannassa

Haastateltavat olivat käyttäneet yhteensä viittä erilaista aktiivisuusranneketta ja kaksi oli käyttänyt kahta eri ranneketta (ks. taulukko 1). Haastateltavista viidellä käytössä oli ollut Fitbit Flex ja

kahdella Jawbone UP. Pebble Smartwatch ja Polar Loop olivat molemmat olleet käytössä yhdellä haastateltavalla. Lisäksi yksi haastateltavista oli kokeillut unen seurannassa myös Samsung S - älykelloa ja yksi käytti iPhone-älypuhelimien Sleep Cycle -sovellusta.

Unen seurannan tiheydessä oli varsin suuria eroja haastateltavien välillä (ks. taulukko 1). Haastateltavista kaksi kertoi tekevänsä vain pistemäisiä kokeiluja ja kolme seurasi unta päivittäin. Yksi haastateltavista puolestaan seurasi unta viikon jaksoissa ja yksi noin pari kertaa viikossa. Käyttöä rajoittavista tekijöistä yksi haastateltavista totesi oman unen olevan niin hyvää, ettei siitä ollut saanut mielenkiintoista dataa, mutta muutoin erot käyttökertojen tiheydessä ja määrissä olivat selitettävissä hyvin pitkälti laitteiden ominaisuuksilla ja henkilökohtaisilla unenseurannan tavoitteilla. Laitteista johtuvista käyttöä rajoittavista syistä esiin nousi erityisesti ergonomia ja se, kuinka laitteen unenseuranta käynnistetään. Ergonomiasta kaksi haastateltavaa totesi rannekkeen painavan unen aikana häiritsevästi. Toinen käyttäjästä olikin osin tästä syystä lopettanut rannekkeen käytön ja siirtynyt seuraamaan unta älypuhelinsovelluksella. Haastateltavilla käytössä olleista rannekkeista Pebble Smartwatch ja Polar Loop käyttivät automaattista unen tunnistusta, jolloin käyttäjän ei tarvitse käynnistää tai merkitä unen seurantaa lainkaan. Näitä laitteita käyttäneet sanoivatkin käyttävänsä ranneketta ja siten myös unen seurantaa lähes joka yö. Fitbit Flexin unen seurannassa yksi haastateltavista lisäsi unen jälkikäteen verkkopalvelussa. Laitteen manuaalista unen seurannan käynnistystä puolestaan kritisoitiin erityisesti sen vaikeakäyttöisyydestä. Yksi Fitbit Flex -laitteen käytön lopettanut haastateltava ilmaisi asian näin:

*P5: Sitten se uni, joka siihen liittyy, niin se ei mitenkään muuten sitä suostunut rekisteröimään, muuta kun että sää taputtelet sitä ja saat sen siihen unimoodiin. Se oli tosi vaivalloista ja meni hermo siihen jatkuvaan ”tap-tap-tap-tap-tap”, että saisi sen oikean sekvenssin siihen, että sekin oli yks niitä seikkoja, minkä takia se rupes tuntumaan niin turhalta.*

Laitteiden erojen lisäksi haastateltavien unenseurannan tiheyteen ja tapoihin vaikuttivat myös henkilökohtaiset tavoitteet ja käytön motivaatiot. Haastateltavista kaksi kertoi unitutkimuksessa diagnosoidusta uniongelmosta, joiden vuoksi ajoittainen unenseuranta toimi eräänlaisena tukitoimena ja unen laadun kehityksen havainnointikeinona. Yhdellä haastateltavalla aktiivisuusrannekkeen päivittäinen käyttö unenseurannassa liittyi kokonaisvaltaiseen kuntoremonttiin, jossa unimäärän seuraaminen linkittyi mm. ruokavalion kirjaamiseen ja liikunnan seurantaan. Neljä käyttäjästä seurasi unta enemmän yleisen kiinnostuksen vuoksi.

Tavoitteet ja motivaatiot liittyivät myös unesta saatavan tiedon tutkimiseen. Kaikki haastateltavat kertoivat tutkivansa unidataa ja sen esitystä tyypillisesti heti aamulla seurannan jälkeen. Neljä käyttäjää tutki tuloksia kännykkäsovelluksella ja kaksi verkkopalvelussa tietokoneen näytöltä. Verkkopalvelusta tuloksia katsovilla syynä käyttötapaan oli se, ettei heidän älypuhelimensa ollut saatavilla kyseisen rannekkeen sovellusta. Pebble Smartwatch oli haastattelussa käsitellyistä laitteista

ainoa, jossa ei ollut erillistä sovellusta, vaan unidata esitettiin vain laitteen omalla näytöllä. Unidatan esityksessä haastateltavia kiinnosti erityisesti se, kuinka levotonta tai levollista uni on ollut. Haastateltavien käyttämissä laitteissa tämä ilmoitettiin levollisen ja levottoman tai vaihtoehtoisesti kevyen ja syvän unen määränä minuutin tarkkuudella sekä vaihtelevin tavoin graafisesti. Lisäksi Sleep Cycle Alarm -älypuhelinsovelluksen käyttäjä kertoi tutkivansa erityisesti unen laadusta kertovaa ja prosentteina ilmaistavaa *sleep quality* -indikaattoria ja sen kehitystä päivittäin. Kaikki haastateltavat kertoivat uskovansa laitteen antamaan tiedon oikeellisuuteen ainakin suurin piirtein ja unen laadusta suuntaa antavana tietona:

*P4: Kyllä se niin kun kokonaisunenmäärä näyttäis olevan kokolailla tarkka, että siinä ei ole ongelmaa. Sitä on vaikea arvioida sitä levollisen ja vähemmän levollisen unen suhdetta, että kuinka oikee se on. Mutta kyllä sen huomaa, että jos on nukkunut huonosti tai vähemmän, niin kyllä se antaa ainakin suuntaa antavasti oikeita määriä.*

Haastateltavat eivät kertoneet muuttavansa unitottumuksia suoraan laitteen analyysien tai mahdollisten suositusten mukaan, vaan nukkumisen tapahtuvan enemmän oman tuntemusten ja vireystilan perusteella. Mahdollisuuteen sovelluksen antamista suosituksista ja ohjeista suhtauduttiin kuitenkin varsin positiivisesti. Kolme haastateltavaa olisi mm. halunnut, että laitteen sovellus olisi antanut suuntaa-antavia tavoitemääriä unelle tai esimerkiksi eri unikategorioille. Yksi haastateltavista ei kokenut ohjeita tarpeellisiksi, mutta muut haastateltavat kertoivat, että olisivat kiinnostuneita saamaan tällaisia ohjeita. Suositusten ja ohjeiden toivottiin olevan yleisten unta parantavien ohjeiden sijaan mahdollisimman personoituja ja tarkkoja. Esimerkkinä yksi käyttäjä kertoi saaneensa sovelluksesta kiinnostavan tiedon, että tämä oli nukkunut vähemmän, kun ranneke oli edeltävän päivän aikana tunnistanut vähemmän kävelyä. Haastateltavat kuitenkin nostivat esiin myös rannekkeista saatavan datan rajoitteet tarkempien ohjeiden antamiseen:

*P1: No, tietysti jos jätetään ne triviaalit pois, että ”nyt olisi aika mennä nukkumaan”, mutta jos niitä häiriöitä on, niin pitäis löytää ne syyt, eli siinä pitäis pystyä esittämään vähintäänkin valistuneita arvauksia siitä syystä ja sitten aika täsmällisiä ja konkreettisia juttuja. Esimerkiksi sellainen että ”koita olla levollinen” ei auta mitään. Mutta sellainen että ”näyttäis siltä että lämpötila kohoaa merkittävästi tiettyyn aikaan yöstä, että onko mahdollista säätää lämmitystä” tai sitten että ”näyttää siltä että herää siihen aikaan kun auraus aloitetaan – harkitse korvatulppia”. Tää on se tarkkuustaso, mutta näihin vaaditaan muuta kontekstia, kun se mikä saadaan pelkällä kiihtyvyyksanturilla.*

Pidemmän ajan trendejä unen kehityksestä kertoi seuraavansa vain kaksi haastateltavaa, muiden tutkiessa ainoastaan edellisen yön unen dataa. Yksi haastateltava toteutti pidemmän ajan seurannan siten, että syötti unen ajalta kertyneen datan manuaalisesti Excel-taulukkoon, jotta kuukausittaisia tuloksia olisi helpompi tutkia ja tulevaisuudessa mahdollisesti piirtää datasta erilaisia kaavioita.



Laitteen oma sovellus ei haastateltavan mukaan antanut mahdollisuutta pidemmän ajan trendien tutkimiseen:

*P2: Tää ei suoraan näytä, tässä ei ole sellasta keskiarvo-toimintoa, niin joutuu tekeen niin, että mää otan sen kuukauden ja lasken päivät. Mulla on tässä to-do listalla kun mää ehdin, niin mää puran tosta alkuvuodesta asti ja rupeen pistään vaikka kerran viikkoon tän viikon Excelliin, niin mä saan järkevämmin niitä keskiarvoja ja trendejä sitten esille, kun pelkästään ton avulla. Toi on vähän vaillinainen, sais olla vähän monipuolisempi toi ohjelma.*

Kolme haastateltavaa nostikin esiin datan käsittelyn myös laitteen oman sovelluksen ulkopuolella ja toivoi laitevalmistajien parantavan mahdollisuutta joko unidatan siirtämiseen ja yhdistämiseen raakadatana tai erilaisten rajapintojen kautta muihin sovelluksiin, joihin olisi mahdollista yhdistellä myös dataa muista laitteista, kuten älyvaoista.

Parannustoiveista laitteiden sensoreita kohtaan nousi esiin mahdollisuus sykkeen mittaamiseen ja tämän myötä tarkempaan erotteluun univaiheiden välillä. Lisäksi yksi haastateltava mainitsi, että stressiä voisi kenties mitata ihon sähkönjohtavuutta mittaavilla sensoreilla ja kuorsaamista sekä mahdollisia hengityskatkoja älypuhelimessa olevalla mikrofonilla. Nukkumisympäristöä mittaavista lisäensoreista yksi haastateltava ehdotti lämpötilan ja mahdollisen melun mittaamista ja tämän datan yhdistämistä liikedataan.

Unidatan sosiaalisesta vertailusta ja jakamisesta mielipiteet jakautuivat haastateltavien kesken aika selvästi kahtia. Kolme haastateltavaa ei kokenut unidatan jakamista missään määrin mielekkääksi tai kiinnostavaksi:

*P4: En oikeestaan, että mää pidän aika henkilökohtasena muutenkin tätä aktiivisuusrannekkeen – tai mitä se yleensäkin tuottaa. Uni on vähän sellanen, että en nää tarvetta hirveesti. Eikä se vertailu oo oikeen hyödyllistä. Joku tarvii neljä tuntia ja toinen kahdeksan tuntia.*

Neljä haastateltavaa kuitenkin kertoivat että vaikka hekään eivät itse jakaneet unidataa, niin jollain tasolla datan jakaminen ja vertailu voisi olla mielenkiintoista tai hyödyllistä. Hekin kuitenkin nostivat esiin sen, että sovellukset eivät saisi jakaa unidataa automaattisesti, vaan käyttäjän on voitava suodattaa sitä haluamallaan tavalla ja valita mitä tietoja jakaa kenenkin kanssa:

*P2: Mutta en mää halua, että jotkut voi nähdä että ”ahaa, nyt toi kaveri valvo neljään asti ja aamulla on tärkeä kokous”. Se on niin henkilökohtasta dataa, että en mää haluais että sitä kuitenkaan suoraan jakaa, mutta jos siinä on niin että voi jotenkin suodattaa ja valita että suodata, ja hyvin selkeesti mitä jakaa, niin se on ihan ok.*

Sosiaalisista ominaisuuksista kolme haastateltavaa mainitsi että eräänlaiset tuki- ja vertailuryhmät voisivat olla etenkin uniongelmistä kärsiville hyödyllisiä keinoja käyttää unidataa sosiaalisesti joko anonyymisti tai ryhmän kesken:

*P5: En tiedä, että onko tää nyt sitten joku tulevaisuuden AA-kerho, että huonosti nukkuvat sitten vertailee kokemuksiaan ja tilittää sitä unen laatua ja määrää ja sitten jakaa vinkkejä keskenään, mutta vois tuollaista ainakin visioida.*

Lisäksi yksi haastateltava kertoi olevansa kiinnostunut vertaamaan omaa dataansa suuremman anonyymien käyttäjäryhmän dataan esimerkiksi erilaisin keskiarvoin. Tällaisessa anonyymissä vertailussa haastateltava näki erityisen hyödylliseksi käyttäjäryhmien luokittelun esimerkiksi kunnon tai painon perusteella, jotta omaa nukkumistaan olisi mahdollista verrata samanlaisiin käyttäjiin.

Haastateltavilta kysyttiin automaattisen seurannan lisäksi myös kiinnostuksesta manuaaliseen ja unipäiväkirjamaiseen datan keräämiseen, jossa käyttäjä voi itse syöttää uneen vaikuttavia tekijöitä laitteen keräämän datan tueksi. Yksi haastateltavista kertoi syöttävänsä manuaalisesti päivän aikana olevia kiputiloja ja aikovansa vertailla näiden vaikutusta uneen ja päivävastoin. Hän kertoi kirjaavansa kiputilat laitteen ominaisuudella, jossa voi syöttää päivän aikana milloin tahansa oman mielialansa. Muut haastateltavat eivät kertoneet kirjaavansa manuaalisesti uneen liittyviä tekijöitä, mutta kokivat tällaisen mahdollisuuden mielenkiintoiseksi. Ajatusta selkiyttämään haastattelussa esitettiin myös näyttökuvat Runtastic Sleep Better -älypuhelinsovelluksen manuaalisesta datan keräämisestä ja tästä datasta tehdyistä analyyseistä (ks. kuvat 5a ja 5b). Haastateltaville myös selitettiin sovelluksen toimintaperiaate, jossa siis unta edeltävän päivän aktiviteetteja on mahdollista merkitä herätyksen asettamisen yhteydessä kuudella tunnisteella tai näiden yhdistelmillä. Sleep Better -sovellus oli kaikkien haastateltavien mielestä mielenkiintoinen tapa kerätä ja analysoida tietoa:

*P3: Itseasiassa itsekin miettinyt, että vois pitää jotain tällasta vähän niin kun päiväkirjaa, että sen tyyppistä että mitä on tehnyt päivällä, mutta eipä sitä oo tullu, tai kynän tai paperin kanssa jaksanu alkaa tehdä. Että jos se sillain helposti, näppärästi ennen nukkumaan menoa voisin tehdä, niin voisin kyllä ainakin koittaa jonkun aikaa.*

Yksi haastateltava oli kuitenkin sitä mieltä, että sovelluksen tulisi kerätä dataa ennemminkin automaattisesti ja että manuaaliset syötteet tulisi jättää mahdollisimman vähiin. Automaattisesti kerättävän lisädatan lähteiksi ehdotettiin mm. liikunta-, kalenteri- ja paikkatiedon yhdistämistä unidatan analyysiin.

## **5.2. Unidatan graafinen esitys**

Haastattelun toisessa osiossa haastateltaville esitettiin paperimuodossa tulostettuna näyttökuvia eri rannekeiden mobiilisovellusten unidatan graafisesta esityksestä. Näyttökuviksi valittiin erilaisia yhden yön unta kuvaavia esitystapoja ja ne esitettiin haastateltaville suurin piirtein järjestyksessä vähimmän informaatiota esittävistä enemmän informaatiota esittäviin. Näyttökuvat esitettiin järjestyksessä Garmin Vivosmart (ks. kuva 16a), Polar Loop (ks. kuva 17a), Fitbit Flex (ks. kuva 17b), Sony Smartband SRW10 (ks. kuva 19a), Jawbone UP3 (ks. kuva 19b) ja Basis Peak (ks. kuva 20). Haastateltavia pyydettiin kertomaan mitä he unidatan kuvauksesta saavat selville ja mitä mieltä

he olivat kyseisestä esitystavasta. Tarvittaessa haastateltaville myös pyrittiin selittämään mahdolliset epäselvyydet näyttökuvien sisällössä.

Ensimmäisenä haastateltaville esitettiin Garmin Vivosmart -rannekkeen mobiilisovelluksen unen kuvaus, jossa uni esitetään yksinkertaisena viivadiagrammina liikkeen intensiteetin perusteella (ks. kuva 16a). Kaikki haastateltavat ymmärsivät miten kuvaajassa uni esitetään. Neljä haastateltavaa mainitsi esitystavan olevan kuitenkin liian yksinkertainen ja ettei kuvaaja ole kovin informatiivinen. Kuvaukseen ehdotettiin enemmän kategorisointia tai selitystä unen vaiheista tai ominaisuuksista:

*P1: Liikaa tämmösen analogisen datan esitystä, että kyllä tätä pitäis pystyä segmentoimaan selkeämpiin kokonaisuuksiin ja nimeämään automaattisesti mistä on kyse. Tää on liian matalaa dataa suurimmalle osalle käyttäjistä.*

*P7: Ehkä tähän vois jotenkin selkeyttää tätä, että näkis kerralla jotain erityistä. Vaikka näitä huippuja. Siinä olis joku selitys että mitä ne on ja mitä nää alimmat täällä näin on. Ja vaikka prosentuaalisesti, että kuinka paljon täällä on erilaista unta.*

Yksi käyttäjästä totesi esityksen hyväksi puoleksi sen, että unen aikaisten liikkeiden intensiteetti näkyy yksityiskohtaisemmin kuin oman rannekkeensa (Fitbit Flex) kuvauksessa. Esityksessä olevaa hymynaamalla syötettävää omaa mielialaa pidettiin haastateltavien mielestä varsin hyödyllisenä lisäominaisuutena, joskin yksi haastateltavista myös pohti, että onko aamulla paras aika kerätä tällaista dataa:

*P5: Tietysti siinä on se, että onko se kuinka luotettavaa pöpperöisenä aamulla heti ensimmäisenä yrittää arvioida omaa jaksamistaan tai olotilaansa, että se voi olla että luotettavamman arvion saa siellä iltapäivän puolella. Mutta ilman muuta toi olis ainakin jossain määrin hyödyllinen lisä tohon perustietoon.*

Polar Loop -rannekkeen sovelluksessa unidata esitetään graafisesti koko vuorokauden esittävässä kellotaulussa, jossa on piirrettynä myös muu vuorokauden aikainen aktiivisuus (ks. kuva 17a). Kellotaulun kuvaaja vaati hieman selitystä, ja kolme haastateltavaa kertoi 24-tuntisen kellotaulun olevan varsin vaikeasti hahmotettava. Esityksessä pidettiin kuitenkin hyvänä sitä, että siinä esitetään samassa kuvaajassa ja näytössä myös päivän aikainen aktiivisuus. Kaksi haastateltavaa ehdottikin, että kuvaajaa voisi käyttää vaihtoehtoisena esitysmuotona tarkemman unen kuvauksen kanssa:

*P5: Tää nyt ainakin auttas sitten hahmottamaan vuorokautta kokonaisuutena, että siellä ollaan käyty iltalenkillä tai muuta vastaavaa ja sitten on nää paikallispysymisen jaksot, jotka ehkä liittyy sitten työskentelyyn. Uni tietysti on semmonen, että se ei kovin korkeeta aktiviteettia ruoki tässä. Tommonenkin visualisointi vois olla siitä koko vuorokaudesta, ei vaan siitä yön ajasta, niin ihan hyödyllinen.*

Fitbitin nauhamainen esitys (ks. kuva 17b) oli neljälle haastateltavalle ennestään tuttu joko käytössä olevasta tai aiemmin käytössä olleesta laitteesta. Yksi haastateltava ehdotti, että nauhamainen esitys voitaisiin esittää hyvin myös rannekkeessa itsessään. Kaikki haastateltavat osasivat lukea kuviota onnistuneesti ja pitivät esitystä varsin selkeänä.

*P1: Joo, tää on aika selkeä, kyllä siitä näkee että missä ollaan ja usein käytän kuitenkin tota awake for mitä ite tulkitsin niin se on aika selkeä, mutta en tiedä miten tätä alkais... Ei sitä kannata alkaa tarkentamaan, eikä sitä kannata sitten toisaalta yksinkertaistamaankaan. Kyllä se antaa nopeasti kuvan siitä että ”okei, tollasta toi uni on ollut”.*

Kahdella haastateltavalla aiheutti kuitenkin hieman sekaannusta se, että Fitbitin verkkopalvelun eri osioissa on kaksi vaihtoehtoista tapaa esittää sama unidata. Nauhamaiselle esitystavalle vaihtoehtoisessa pylväsdiagrammi-esityksessä (ks. kuva 18) määritellään vain valveillaolo ja nukkuminen siten, että myös rauhattomuus unen aikana merkitään hereilläoloksi:

*P3: Mää en itse asiassa oikeen ymmärrä tätä verrattuna siihen toiseen näyttöön, joka kertoo vaan sitä, että oli unessa tai valveilla. Ne menee jotenkin tän kanssa hassusti ristikkäin. Ne näyttää vähän eri tavalla.*

Sony Smartband SRW10:n unen esitys on pylväsdiagrammi, jossa on eroteltuna syvä uni, kevyt uni ja hereilläolo (ks. kuva 19a). Kolme haastateltavaa mainitsi syvän ja kevyen unen jaottelun erityisen hyvänä asiana, mutta unen jaottelu aktiivisuuden sijaan univaiheisiin aiheutti myös jonkin verran epäselvyyttä ja unijaottelusta oltaisiinkin kaivattu enemmän tietoa:

*P3: Kyllähän tääkin kertoo ja tässä tulee sitten selkeesti tää syvän ja kevyen unen erottelu. Siinäkin vaan sitten just se, että miten se on tehty.*

*P4: Tää ei huomio sitä... tai siis kokonaismäärään on laskettu hyvä, ja huono nukkuminen.*

Itse graafisen esityksen kohdalla mielipiteet jakautuivat. Kaksi haastateltavaa piti pylväsdiagrammia varsin sekavana, mutta osa haastateltavista myös piti siitä, että kuviossa eroteltiin univaiheet toisistaan värien lisäksi myös pylväiden korkeudella.

Jawbone UP3:n (ks. kuva 19b) ja Basis Peakin (ks. kuva 20) unidatan esityksessä jaotellaan syvän ja kevyen unen lisäksi myös REM-uni. Kolme haastateltavista oli kiinnostunut erityisesti REM-unen lisäämisestä unijaotteluun, mutta pohtivat myös sitä, kuinka hyvin ja tarkasti laitteet sen tunnistavat. Yksi haastateltava piti Jawbonen esitystavasta, mutta neljän haastateltava mielestä graafinen esitys oli Jawbonessa erityisen vaikeasti hahmotettavissa. Basis Peakin näyttökuvan kohdalla kommentoitiin erityisesti informaation paljoutta. Kolmen haastateltavan mielestä informaatiota oli jo liikaa. Toisaalta informaation paljoutta myös keuhuttiin ja graafisessa esityksessä pidettiin siitä, että kaavio korosti siirtymiä univaiheiden välillä.

*P5: Tässä on paljon informaatiota ja sinänsä tää alhaalla oleva aikakäyrä näyttää niitä siirtymiä tilasta toiseen, että tää on ehkä miellyttävämpi ja havainnollisempi tapa esittää se informaatio, joka tässä edellisessä (Jawbone UP3) oli näillä palikkamuotosilla käyrästöillä, että pidän tätä kyllä parempana siihen verrattuna.*

*P3: Tässä on kyllä aika paljon informaatiota. Kyllä se on sitten selkeästi, kun tota informaatiota on jo noin paljon tässä, niin mielenkiintoisempi jollain tapaa se seuraaminen. Jos mää vertaan tätä niin kun tohon omaan, niin tää on ihan eri.*

Kaikkiaan haastateltavien mielipiteet unidatan graafisista esityksistä jakautuivat eri näyttökuvien kohdalla varsin selkeästi. Osaltaan mielipiteiden erilaisuutta varmasti selittää haastateltavien käytössä olleet laitteet, jolloin uusi tapa esittää informaatiota saattoi äkkiseltään vaikuttaa oudolta tai toisaalta uudenlainen informaatio erityisen kiinnostavalta. Esimerkiksi Sleep Cycle Alarm älypuhelinsovellusta käyttänyt haastateltava totesi tutkivansa mieluiten jatkuvaa aaltokäyrää, kun taas yhden pylväs-esitysmuotoon tottuneen oli hankala hahmottaa Fitbitin nauhamaista esitystapaa.

## 6. Pohdinta

Aktiivisuusrannekkeita unen seurannassa käyttävät seuraavat untaan monista eri syistä. Unenseurantaa voidaan käyttää unentutkimuksella diagnosoitujen uniongelmiin kehityksen tarkkailuun, mutta pelkkä kiinnostus unen rakenteeseen ja univaiheisiin voi olla riittävä syy seurata unta. Toisaalta unen seuranta voi liittyä myös kokonaisvaltaiseen terveyden ja hyvinvoinnin edistämiseen yhdessä liikunnan seurannan ja ruokavalion kirjaamisen kanssa. Seurannan motivaatiot ja tavoitteet vaikuttavat myös laitteiden käyttötapoihin ja käytön säännöllisyyteen.

Haastatteluissa aktiivisuusrannekkeiden unen seurantaan annettiin useita parannusehdotuksia ja raportoitiin myös käyttöä rajoittavia tekijöitä. Unen seuraamisen kannalta on tärkeää, että aktiivisuusrannekkeita kehitetään ergonomisempaan ja helppokäyttöisempään suuntaan, jotta laitetta olisi mahdollista ja miellyttävää käyttää päivittäin. Käyttöä helpottamaan aktiivisuusrannekkeiden tulisi mahdollistaa automaattinen unen tunnistus, jolloin käyttäjän ei tarvitse kiinnittää laitteeseen huomiota nukkumaan mennessään. Käyttömukavuuden ja ergonomian vuoksi on mahdollista, että nukkumisympäristöön sijoitettavat laitteet yleistyvät kotikäytössä ja korvaavat unen seurannassa päälle puettavat laitteet kuten rannekkeet.

Haastattelujen perusteella aktiivisuusrannekkeiden ja niiden sovellusten tulisi kerätä enemmän uneen liittyvää ja uneen vaikuttavaa dataa sekä automaattisesti useampien sensorien avulla että manuaalisesti käyttäjän syötteiden perusteella. Käyttäjälle tulisi myös antaa kerättyyn dataan perustuen tarkempia ja personoidumpia ohjeita ja suosituksia hyvän unen edistämiseksi. Lisäksi unesta ja unen rakenteesta kaivattiin enemmän tietoa ja selityksiä mm. siitä, miten eri univaiheet jaotellaan.

Unen tutkimuksessa yleisen näkökulman mukaan aktiivisuusmittausten dataa on hyödyllisintä tutkia pitkissä jaksoissa, jolloin unesta ja unen laadun muutoksista voidaan havaita erilaisia kehityssuuntia ja trendejä. Lisäksi unipäiväkirjan avulla voidaan tehostaa aktiivisuusmittausten tarkkuutta ja antaa lisätietoa uneen vaikuttavista tekijöistä kuten kofeiinin nauttimisesta tai stressistä. Suurin osa markkinoilla olevista aktiivisuusrannekkeista tarjoaa mahdollisuuden unidatan pidempiaikaiseen seurantaan, mutta haastattelun osallistujista useimmat eivät seuranneet untaan tähän tapaan. Olisikin tärkeää motivoida ja ohjeistaa käyttäjää seuraamaan untaan säännöllisesti pidemmissä jaksoissa, jolloin unesta saataisiin monipuolisempia analyyskejä. Myös mahdollisuutta unipäiväkirjamaiseen datan syöttämiseen tulisi sisällyttää useampien laitteiden sovelluksiin.

Unidatan esittämiseen tutkittujen laitteiden sovelluksissa käytettiin useita eri tapoja pelkästä liikkeen ja unimäärän ilmoittamisesta unen jakamiseen syvään, kevyeen ja REM-uneen. Datan esittämiseen käytetyissä graafisissa esityksissä tulisi ottaa huomioon erilaiset käyttäjät ja tarjota vaihtoehtoisia

tapoja ja tasoja esittää informaatiota. Pelkkä aaltokäyrä unen aikaisesta aktiivisuudesta ei tavalliselle käyttäjälle anna informaatiota unen eri vaiheista, mutta toisaalta pelkkä univaiheiden jaottelu ei mahdollista liikkeiden tarkempaa analyysiä. Joustavuutta aktiivisuusrannekkeiden käytössä saataisiin myös tukemalla monien sovellusten käyttöä saman rannekkeen kanssa ja mahdollistamalla datan siirto eri sovellusten ja laitteiden välillä, jolloin laitteen keräämää tietoa voisi käsitellä monipuolisemmin.

Aktiivisuusrannekkeiden unenseurannan tutkimukseen kaivataan lisää myös tutkimuksia suuremmalta käyttäjämäärältä. Käyttäjää tulisi myös ryhmitellä tutkimuksiin käyttömotivaatioiden perusteella, jotta mm. unenseurantaominaisuuksien optimaalisesta esitystavasta ja hyödyllisen informaation määrästä voitaisiin tehdä kohderyhmälle ominaisia päätelmiä. Laitteiden käyttäjämäärän kasvaessa olisi myös hyödyllistä tutkia laajemmin unenseurannan sosiaalista linkkiä. Esimerkiksi kokeellisissa käyttäjäryhmissä voitaisiin testata aktiivisuusrannekkeiden unidatan jakamista ja tutkia asiasta herännyttä keskustelua ja tuloksia.

Aktiivisuusrannekkeiden unenseurannalla on mahdollista antaa käyttäjälle mielenkiintoista ja hyödyllistä informaatiota unesta. Sen avulla voidaan edistää terveempiä unitottumuksia ja antaa tietoa unen rakenteesta ja mahdollisista häiriöistä unessa. Tutkitut aktiivisuusrannekkeet ovat keskittyneet liikunnan seuraamiseen, joten enemmän unenseurantaan painottuneiden rannekkeiden kohdalla niiden käyttäjille voitaneen tarjota myös enemmän monipuolisempia ominaisuuksia ja analyyseja unen seurantaan.

## 7. Yhteenveto

Tässä tutkielmassa tutkittiin minkälaisia unenseurantaan tarkoitettuja ja kuluttajille suunnattuja laitteita on kehitetty ja millaisia ominaisuuksia ne tarjoavat. Erityisesti tutkielmassa keskityttiin aktiivisuusrannekkeiden unenseurantaominaisuuksiin ja unen graafiseen esitykseen käyttäjälähtöisestä näkökulmasta. Tutkielman haastatteluissa selvitettiin mikä motivoi käyttäjiä aktiivisuusrannekkeiden käyttöön, miten he laitteitaan käyttävät sekä millaisia ominaisuuksia he unidatan keräämisen ja esittämisen yhteydessä kokevat hyödyllisiksi.

Suurin osa kuluttajille suunnatuista laitteista ei ole lääketieteellisesti hyväksyttyjä, eikä niitä suositella varsinaiseen uniongelmiin diagnosointiin tai tutkimukseen. Niillä voidaan kuitenkin suuntaa-antavasti tutkia unessa- ja valveillaoloa sekä etenkin pidempiaikaisia trendejä unen kehityksessä. Monilla laitteilla voidaan myös tutkia erilaisia ympäristön uneen vaikuttavia ominaisuuksia, kuten melua ja valoisuutta. Laitteiden sovelluksilla voidaan unitiedon lisäksi sekä siihen perustuen antaa myös tukea sekä suosituksia terveempiin unitottumuksiin.

Aktiivisuusrannekkeiden pääasiallinen käyttötarkoitus on toistaiseksi käyttö liikunnan seuraamisessa, mutta niiden unenseurantaominaisuudet mahdollistavat myös unesta käyttäjälle hyödyllisen ja mielenkiintoisen datan keräämisen sekä esittämisen. Laitteet käyttävät erilaisia sensoreita, mutta suurimmassa osassa laitteita unen kategorisointi perustuu puhtaasti liikesensorien tuottamaan informaatioon. Muutamien rannekkeiden sisältämien lisäsensorien kuten sykemittareiden tarjoamasta hyödyistä unen seurannan ja kategorisoinnin yhteydessä ei ole vielä saatu riittäviä todisteita. Laitteiden kehityksessä sensoreita tulisi kehittää myös enemmän nukkumisympäristön ominaisuuksien mittaamiseen.

Käyttötapojen ja -motivaatioiden selvittämiseksi tutkielmassa haastateltiin seitsemää aktiivisuusrannekkeiden unenseurantaominaisuuksia aiemmin käyttänyttä tai tällä hetkellä käyttävää henkilöä. Haastateltavilta kysyttiin myös aiheeseen liittyvistä teemoista kuten unen sosiaalisesta vertailusta. Lisäksi haastattelussa selvitettiin laitteiden sovellusten keräämän unidatan graafisten esitysten merkitystä sekä käyttäjien tarpeita ja mieltymyksiä esitysten sisältöön ja esitystapaan. Haastattelujen perusteella aktiivisuusrannekkeiden unenseurantaominaisuuksia voidaan käyttää niin yleisen kiinnostuksen vuoksi kuin diagnosoitujen uniongelmiin kehityksen seurantaankin. Käyttömotivaatiossa näkyi myös näiden liikunnan seurantaan painottuneiden laitteiden mahdollisuus tukea kokonaisvaltaista terveyden edistämistä. Käyttäjät haluavat aktiivisuusrannekkeiden olevan mahdollisimman helppokäyttöisiä ja rannekkeiden kohdalla tulisikin pohtia automaattista unen tunnistusta.



Rannekkeiden keräämän unidatan esityksessä haastateltavat olivat kiinnostuneita monipuolisesta unesta annettavasta tiedosta ja unen kategorisoinnista eri tavoin. Erilaisten käyttötapojen ja motivaatioiden vuoksi olisi kuitenkin suosittava joustavuutta ja mahdollisuutta erilaisiin esitysmuotoihin. Haastateltavat olivat myös kiinnostuneita monipuolisen unidatan perusteella annetuista personoiduista ohjeista, joiden avulla olisi mahdollista parantaa unitottumuksia.

## Viiteluettelo

- [Bauer et al., 2012] Jared Bauer, Sunny Consolvo, Benjamin Greenstein, Jonathan Schooler, Eric Wu, Nathaniel Watson & Julie Kientz. ShutEye: encouraging awareness of healthy sleep recommendations with a mobile, peripheral display. In: *Proc. of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing System*, 1401-1410.
- [Bes et al., 1991] Frederick Bes, Hartmut Schulz, Yvonne Navelet & Piero Salzarulo. The distribution of slow-wave sleep across the night: a comparison for infants, children, and adults. *Sleep* **14** (1991), 5-12.
- [Blood et al., 1997] Mary Blood, Robert Sack, David Percy & Julie Pen. A comparison of sleep detection by wrist actigraphy, behavioral response, and polysomnography. *Sleep* **20** (1997), 388-395.
- [Borbély, 1982] Alexander Borbély. A two process model of sleep regulation. *Human Neurobiology* **1** (1982), 95-204.
- [Carney et al., 2012] Colleen Carney, Daniel Buysse, Sonia Ancoli-Israel, Jack Edinger, Andrew Krystal, Kenneth Lichstein & Charles Morin. The consensus sleep diary: standardizing prospective sleep self-monitoring. *Sleep* **35** (2012), 287-302.
- [Carskadon ja Dement, 2011] Mary Carskadon & William Dement. Normal human sleep: an overview. In: Meir Kryger, Thomas Roth & William Dement (eds.), *Principles and Practice of Sleep Medicine*, 5th edition. Elsevier Saunders, 2011, 16-26.
- [Colten ja Altevogt, 2006] Harvey Colten & Bruce Altevogt. *Sleep Disorders and Sleep Deprivation*. National Academies Press, 2006.
- [Czeisler et al., 1999]. Charles Czeisler, Jeanne Duffy, Theresa Shanahan, Emery Brown, Jude Mitchell, David Rimmer, Joseph Ronda, Edward Silva, James Allan, Jonathan Emens, Derk-Jan Dijk & Richard Kronauer. Stability, precision, and near-24-hour period of the human circadian pacemaker. *Science* **284** (1999), 2177-2181.
- [Espie et al., 2012] Colin Espie, Simon Kyle, Chris Williams, Jason Ong, Neil Douglas, Peter Hames & June Brown. Randomized, placebo-controlled trial of online cognitive behavioral therapy for chronic insomnia disorder delivered via an automated media-rich web application. *Sleep* **35** (2012), 769-781.

- [Friedman et al., 2000] Leah Friedman, Kathleen Benson, Art Noda, Vincent Zarcone, Deryl Wicks, Kerry O'Connell, John O. Brooks, Donald L. Bliwise & Jerome Yesavage. An actigraphic comparison of sleep restriction and sleep hygiene treatments for insomnia in older adults. *Journal of Geriatric Psychiatry and Neurology* **13** (2000), 17-27.
- [Grimes et al., 2009] Andrea Grimes, Desney Tan & Dan Morris. Toward technologies that support family reflections on health. In: *Proc. of the ACM International Conference on Supporting GroupWork*, 311-320.
- [Hauri ja Wisbey, 1992] Peter Hauri & Joyce Wisbey. Wrist actigraphy in insomnia. *Sleep* **15** (1992), 293-301.
- [Iber et al., 2007] Conrad Iber, Sonia Ancoli-Israel, Andrew Chesson Jr. & Stuart Quan. *The AASM Manual for the Scoring of Sleep and Associated Events*. American Academy of Sleep Medicine, 2007.
- [Isana et al., 2012] Salvatore Insana, Hawley Montgomery-Downs & Jonathan Bond. Movement toward a novel activity monitoring device. *Sleep Breath* **16** (2012), 913-917.
- [Jean-Louis et al., 2001] Girardin Jean-Louis, Daniel Kripkea, Roger Colec, Joseph Assmus & Robert Langer. Sleep detection with an accelerometer actigraph: comparisons with polysomnography. *Physiology & Behavior* **72** (2001), 21-28.
- [Kientz et al., 2011] Julie Kientz, Eun Kyoung Choe, Sunny Consolvo & Nathaniel Watson. Opportunities for computing to support healthy sleep behavior. In: *Proc. of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, 3053-3062.
- [Kim et al., 2008] Sunyoung Kim, Julie Kientz, Shwetak Patel & Gregory Abowd. Are you sleeping? Sharing portrayed sleeping status within a social network. In: *Proc. of the ACM Conference on Computer Supported Cooperative Work*, 619-628.
- [Kushida et al., 2001] Clete Kushida, Arthur Chang, Chirag Gadkary, Christian Guilleminault, Oscar Carrillo & William Dement. Comparison of actigraphic, polysomnographic, and subjective assessment of sleep parameters in sleep-disordered patients. *Sleep Medicine* **2** (2001), 389-396.
- [Kushida et al., 2005] Clete Kushida, Michael Littner, Timothy Morgenthaler, Cathy Alessi, Dennis Bailey, Jack Coleman, Leah Friedman, Max Hirshkowitz, Sheldon Kapen, Milton Kramer,

Teofilo Lee-Chiong, Daniel Loube, Judith Owens, Jeffrey Pancer & Merrill Wise. Practice parameters for the indications for polysomnography and related procedures: an update for 2005. *Sleep* **28** (2005), 499-521.

[Mednick ja Alaynick, 2010] Sara Mednick & William Alaynick. Comparing models of sleep-dependent memory consolidation. *Journal of Experimental & Clinical Medicine* **2** (2010), 156-164.

[Moorcroft, 2013] William Moorcroft, Understanding Sleep and Dreaming. Springer, 2013.

[Pallin et al., 2014] Michael Pallin, Emer O'Hare, Alberto Zaffaroni, Patricia Boyle, Ciara Fagan, Brian Kent, Conor Heneghan, Philip de Chazal & Walter McNicholas. Comparison of a novel non-contact biomotion sensor with wrist actigraphy in estimating sleep quality in patients with obstructive sleep apnoea. *Journal of Sleep Research* **23** (2014), 475-484.

[Passos et al., 2011] Giselle Soares Passos, Dalva Poyares, Marcos Santana, Carolina D'Aurea, Shawn Youngstedt, Sergio Tufik & Marco de Mello. Effects of moderate aerobic exercise training on chronic primary insomnia. *Sleep Medicine* **12** (2011), 1018-27.

[Polese et al., 2010] Jéssica Polese, Rogério Santos-SilvaII, Rafael Kobayashi, Indira Pinto, Sérgio Tufik & Lia Bittencourt. Portable monitoring devices in the diagnosis of obstructive sleep apnea: current status, advantages, and limitations. *Jornal Brasileiro de Pneumologia* **36** (2010), 498-505.

[Rechtschaffen ja Kales, 1968] Alan Rechtschaffen & Anthony Kales, A manual of standardized terminology, techniques and scoring system of sleep stages in human subjects. Los Angeles: Brain Information Service/Brain Research Institute, University of California, 1968.

[Redline et al., 2004] Susan Redline, Lester Kirchner, Stuart Quan, Daniel Gottlieb, Vishesh Kapur & Anne Newman. The effects of age, sex, ethnicity, and sleep-disordered breathing on sleep architecture. *Archives of Internal Medicine* **164** (2004), 406-418.

[Reid et al., 2010] Kathryn Reid, Kelly Baron, Brandon Lu, Erik Naylor, Lisa Wolfe, & Phyllis Zee. Aerobic exercise improves self-reported sleep and quality of life in older adults with insomnia. *Sleep Medicine* **11** (2010), 934-40.

[Rosenthal, 2005] Leon Rosenthal, Physiologic processes during sleep. In: Teofilo Lee-Chiong (eds.), *Sleep: A Comprehensive Handbook*. John Wiley & Sons, 2013, 19-23.

- [Sadeh et al., 1995]. Avi Sadeh, Peter Hauri & Daniel Kripke. The role of actigraphy in the evaluation of sleep disorders. *Sleep* **18** (1995), 288-302.
- [Sharebroom et al., 2012] John Sharebroom, Stephan Fábregas & Jack Johnstone. Validation of an automated wireless system to monitor sleep in healthy adults. *Journal of Sleep Research* **21** (2012), 221-230.
- [Shirazi et al., 2013] Alireza Shirazi, James Clawson, Yashar Hassanpour, Mohammad Tourian, Albrecht Schmidt, Ed H. Chi, Marko Borazio & Kristof Laerhoven. Already up? Using mobile phones to track & share sleep behavior. *International Journal of Human-Computer Studies* **71** (2013), 878-888.
- [Siegel, 2005] Jerome Siegel. Clues to the functions of mammalian sleep. *Nature* **437** (2005), 1264-1271.
- [Siegel ja Harper, 1996] Jerome Siegel & Rector Harper. Sleep. In: Rainer Greger & Uwe Windhorst (eds.), *Comprehensive Human Physiology*. Springer, 1996, 1183-1197.
- [Sunseri et al., 2009] Maria Sunseri, Craig Liden, Jonny Farrington, Ray Pelletier, Scott Safier, John Stivoric, Astro Teller & Suresh Vishnubhatla. The SenseWear Armband as a sleep detection device, <http://www.bodymedia.com/Professionals/Whitepapers>.
- [Tazzi ja Muzet, 2000] Patricia Tassi & Alain Muzet. Sleep inertia. *Sleep Medicine Reviews* **4** (2000), 341-353.
- [Tryon, 2004] Warren Tryon. Issues of validity in actigraphic sleep assessment. *Sleep* **27** (2004), 158-165.
- [Van Cauter et al., 2000] Eve Van Cauter, Rachel Leproult & Laurence Plat. Age-related changes in slow wave sleep and REM sleep and relationship with growth hormone and cortisol levels in healthy men. *Journal of the American Medical Association* **16** (2000), 861-868.
- [Wicklow ja Espie, 2000] A. Wicklow & Colin Espie Intrusive thoughts and their relationship to actigraphic measurement of sleep: towards a cognitive model of insomnia. *Behavior Research and Therapy* **38** (2000), 679-693.
- [Åkerstedt et al., 2007] Torbjörn Åkerstedt, Göran Kecklund & Mats Gillberg. Sleep and sleepiness in relation to stress and displaced work hours. *Physiology & Behavior* **92** (2007), 250-255.

### Kysymykset haastatteluun

1. Mikä laite on käytössä? Kuinka kauan olette käyttäneet sitä?
2. Kuinka usein käytät unen seurantaan? (Jos harvemmin – miksi)
3. Miten käytännössä käytät laitetta?
4. Kuinka usein käytät laitteen sovellusta?
5. Mitä tutkit ja mitkä asiat kiinnostaa tuloksissa?
6. Tutkitko pidempiaikaisia trendejä unen määrässä?
7. Luotatko laitteen antamaan tietoon?
8. Muokkaatko omia unitottumuksia laitteen analyysien tai suositusten mukaan?
9. Mitä muita ominaisuuksia toivoisit laitteelta?
10. Onko laitteen käytössä ongelmia?
11. Oletko käyttänyt muita laitteita unen seurantaan?
  - a. Oletteko huomanneet eroja laitteiden välillä?
12. Haluaisitko että laite antaisi unta parantavia ehdotuksia?
13. Olisitko kiinnostunut sosiaalisesta unen vertailusta tai datan jakamisesta esim. kavereiden kanssa?
14. Haluaisitko että laite keräisi enemmän tietoa esimerkiksi unipäiväkirjan muodossa tai uneen vaikuttavista tekijöistä, kuten liikunnasta ja stressistä? (ks. kuvat 5a ja 5b)